This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

550
K96

Kuntze, Otto.

Geogenetische beiträge. Leipzig, 1895.

5504 K96

The Branner Geological Library

LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY

Vom Verfasser überreicht.

GEOGENETISCHE BEITRÄGE

VON

DR. OTTO KUNTZE,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE INTERNATIONALE DE GÉOGRAPHIE BOTANIQUE, ORDENTLICHEM, AUSLÄNDISCHEM UND EHREN-MITGLIEDE MEHRERER GELEHRTER GESELLSCHAFTEN.

MIT 7 TEXTBILDERN UND 2 PROFILEN.

STANFORD LIBRARY

LEIPZIG.
DRUCK VON GRESSNER & SCHRAMM.
1895.

K 96

209541

STANFORD LIBRARY

1. Einmalige Oscillation der südamerikanischen Anden ohne Katastrophe.

Als ich im März 1892 die Eisenbahnstrecke Antofagasta am Meer bis Ascotan in 3956 m Seehöhe durchfuhr, diese Fahrt mehrmals zu Studienzwecken unterbrechend, war ich erstaunt über den glatten Verlauf dieser nahezu 4000 m hochsteigenden Bahn. Mit Ausnahme des plötzlichen Anstieges eines der Küste unmittelbar anliegenden Gebirgszuges, den die Bahn bei Portezuela in Höhe von 558 m passirt, wo sie sich dann bis Salar del Carmen bei 50 km Entfernung vom Meer auf 515,29 m senkt, fuhr ich dann blos über eine schiefe Ebene, die nur von drei Brücken über den Rio Loa unterbrochen wird, und so geringe Landeinschnitte zeigt, dass man nur auf wenigen äusserst kurzen Strecken an der Fernsicht vom Eisenbahnwagen aus gehindert wird, und auch diese wenigen Einschnitte sind höchstens 3—4 m tief. Nach den officiellen Angaben in einer Eisenbahnkarte, die ich der „Publicacion de la Sociedad geografica de Cochabamba", 1892, zum Text Seite 254—258 gehörig, entnehme, sind die Entfernungen und Meereshöhen der einzelnen Stationen wie folgt:

				Antofagasta am Meer		
	± 20	km		Portezuelapass	558,05 m	Seehöhe,
(50)	30	„	bis	Salar del Carmen	515,29 „	„
(70)	20	„	„	Mantas blancas	781,90 „	„
(97)	27	„	„	Cerillos	895,55 „	„
(128)	31	„	„	Carmen alto	1286,94 „	„
(Angabe fehlt)	± 10	„	„	Salinas	1241,70 „	„
„ „	± 10	„	„	Central	1383,80 „	„
„ „	± 20	„	„	Sierra Gorda	1625,59 „	„
(200)	+ 32	„	„	Cerritos Bayos	2142,35 „	„
(238)	38	„	„	Calama Oase	2262,77 „	„
				Ceres	2641,72 „	„
				San Pedro	3225 — „	„
(290)	52	„	„	Conchi.	3015,84 „	„
				Polapi	3772,68 „	„
(360)	70	„	„	Ascotan (Passhöhe)	3955,99 „	„

Die einzige erhebliche Terrainsenkung bei Conchi hängt jedenfalls mit dem alten, dort ± 100 m tiefen, wasserarmen und überbrückten Flussbett zusammen, welches wahrscheinlich der Abfluss eines früheren Süsswassersees der bolivianischen Hochebene durch den Ascotanpass war. Dann ist noch eine 45 m betragende Erhöhung bei Carmen alto, welche das dortige Salzsalpetergebiet nach Westen begrenzt (unterhalb bis Salar del Carmen sind nur secundäre, nierenförmige Knollensalzbildungen) und das erhöhte Ufer des alten Seebeckens ist, in dem die Salz- und Salpeterbildung vor sich ging. Im Ganzen sind aber auf dieser schiefen Ebene viel weniger

und geringere Unebenheiten, als auf dem jetzigen salzhaltigen westlichen Hochplateau Boliviens vorhanden.

Nun erstreckt sich eine oberflächliche Salzlagerschicht, unter der das salpeterreichere Salz (mit 5—20 % Salpeter) vorkommt, von Salinas, bez. von dem alten Seerand bei Carmen alto bis Cerritos Bayos, also auf 72 km weit über eine schiefe Ebene von 2142 minus 1384 = 758 m Steigung; das ergiebt ein klein wenig mehr als 1 : 100 = 1 % Steigung der schiefen Ebene. Die Entfernung vom Randgebirge bei Antofagasta bis Ascotan beträgt auf der Bahnstrecke, die keine erwähnenswerthen Umwege macht ± 340 km; die Höhendifferenz 3955,99 minus 515,29 = 3440,70 m; die Steigung der schiefen Ebene beträgt demnach durchschnittlich für den ganzen dortigen Abfall der Anden 340 km : 3440,70 m, also auch 1 %.

Nun liegt die erwähnte oberflächliche Salzlagerschicht, welche als ziemlich gleich dick und durchgehend selbst bei der Eisenbahnfahrt erkennbar ist und parallel-epipedische Sonderungen senkrecht zur schiefen Ebene zeigt, concordant, also genau parallel zur schiefen Ebene. Das beweist unzweifelhaft, dass diese Salzschicht sich bildete, als die Ebene noch horizontal war, dass also die Ebene sich erst nach der Salzlagerbildung um 1 % gesenkt hat.

Im Uebrigen sind die Gebiete von Antofagasta bis Ascotan jetzt so fürchterlich regenarm, dass daraus schon die diluviale Entstehung der dortigen Salz- und Salpeterlager hervorgeht. Das Wasser, welches die Eisenbahn zum Betrieb und die Seestadt Antofagasta zum Bedarf der Einwohner braucht, wird mangels Quellwassers und guten Flusswassers — der einzige Wasserlauf dort, der Rio Loa, hat ungeniessbares Wasser — vom Hochgebirge von etwa 3200 m Höhe längs der Bahn herabgeleitet; nur wo diese Wasserleitung undicht ist, z. B. im Portezuelapass, sieht man etwas üppige Kräuter-Vegetation. Bei Calama ist eine Oase, in der mit dem schwachsalzigen Wasser des Rio Loa Luzerneklee (Alfalfa = Medicago sativa), gebaut wird, von wo man auch für Antofagasta das Viehfutter liefert. Ich habe noch nie eine solche Pflanzenarmuth in einer Wüste (auch in der Sahara nicht) gesehen, wie dort! „Bei Salar waren noch etwa sechs vereinzelte Zwergsträucher sichtbar, dann hörte aber auf 150 km die Vegetation total auf, und zwar bis Bayos, einer Station vor Calama, wo vereinzelte Pflanzen erschienen," ist eine Notiz aus meinen Reisebriefen.

Anders ist es auf der Puna-Hochebene; dort kommen wenigstens zeitweise schwache Regen, besonders Winterregen, bez. Schnee vor, und die Vegetation ist mehr steppenartig; dort sind auch jetzt noch Seeen und Salzlagerbildungen. Dass ausserdem der kalte südpolare Meeresstrom, der Perustrom oder, wie man ihn auch nennt, der Humboldtstrom, der in Südchile die Temperatur niederdrückt und im tropischen Gebiet die Trockenheit der Küstenländer verursacht, schon im Tertiär existirte, wird auch von R. A. Philippi in seinem grossen Werke über die tertiäre und quaternäre Fauna Chilis angenommen, weil beinahe alle Genera der dortigen Tertiärfauna noch heute in der gemässigten Zone leben (cfr. Just, botan. Jahresbericht, XV II. 304). Erst wo erhebliche Wärmedifferenzen zwischen Land und Perustrom eintreten, also am nördlichen tropischen Theil dieses kalten Meeresstromes, findet dessen äolische Feuchtigkeitsentziehung vom Lande, die Austrocknung der Küstenstriche bis über 5500 m Höhe statt.

Wir tragen dieses Faktum der diluvialen, zur schiefen Ebene concordanten Salzschichtentstehung auf die Querschnittskizze der dortigen Anden ein, um leichter zu erkennen, ob dieses einseitig gesenkte, früher höhere Plateau der Anden mit anderen Thatsachen im dortigen Querschnitt der Anden harmonirt.

Profil der Anden von Antofagasta am Meer nach Santa Cruz de Bolivia,

entworfen von Dr. Otto Kuntze.

Meer.

← Strand Antofagasta.

Passhöhe 558 m. Gipfel ± 1000 m

Schmales Küstenrandgebirge.

Schiefe Salpeterebene mit 1% Steigung. Wüste. (1 concordante diluviale Salzschicht.)

West-Cordillere mit Pässen von ± 4000 m und hohen Vulkankegeln.

Steppenartiges Puna-Plateau 3600—4200 m. (Diluviale Petrefacten von tropischen Thieren und Pflanzen.)

Mittel-Cordillere ± 4500 m mit höheren Bergspitzen.

Cactusreiches Rio-Grande-Plateau 2000—3000 m. (Diluviale Laterite.)

Ost-Cordillere mit Pässen von ± 4000 m und üppiger Flora an der Ostseite.

Santa Cruz 442 m.

Tiefland 300—150 m. Gehobenes Sumpfeisenerz u. z. Th. gehobenes Sumpfland mit eigenartiger Flora.

Diluvium. | **Jetzt.**

uvialer Strand mehr westlich.
4000 m.
5500 m.
3500 m und ulkankegel.
± 5000 m.
± 4500 m.
± 1000 m.
Diluvialer Strand.

← Land mit Salz- und Salpeterentstehung. → ← Abfallendes Gebirgsland mit tropischer Flora, → ← Meer.
Fauna und Lateritbildung.

Meer. ← Trockne Seite → ← Halbtrocken → Feuchte Seite →
← Gesenkte Seite → Gehobene Seite →

1% Differenz: 5000 m früher höher 2500—2000 m früher höher 1000 km 0 2000 m früher tiefer 3000 m .. 4000 m früher tiefer 5000 m.

Trockne Seite → ← Feuchte Seite Schwankungscentrum. → ← Meer.

Diluvium. | **Jetzt.**

Da ist nun zunächst die Thatsache zu berücksichtigen, dass neuerdings, wie Professor R. A. Philippi in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1893 S. 87—96 nachwies, an den Ufergehängen des Rio Desaguadero, welcher den Titicacasee mit dem Lago Poopo (= Aullagas) verbindet, in der Höhe von 3800 m, und zwar bei Ulloma, vom Bergwerks-Ingenieur Lorenz Sundt Reste diluvialer grosser Pflanzenfresser gefunden worden sind. Es sind dies u. a. Mastodon bolivianus Phil., Megatherium Sundtii Phil., Scelidotherium (Mylodon) compressum und bolivianum Phil., Hippidion bolivianum Phil. und H. nanum Burm. „Alle diese Thiere," schreibt Philippi, „sind grosse, zum Theil colossale Pflanzenfresser gewesen und haben zu ihrer Ernährung eines reichen Pflanzenwuchses, gewiss auch von Bäumen und Sträuchern, bedurft. Ein solcher fehlt aber durchaus in der Höhe von 3800 m." Er nimmt zur Erklärung „eine grosse Katastrophe an, welche die Anden dort zu ihrer jetzigen Höhe hob und zugleich dem derzeitigen organischen Leben ein Ende machte, um der jetzigen Schöpfung Platz zu machen." „Diese Katastrophe," bemerkt sehr treffend Dr. Karl Müller-Halle in der „Natur" 1894 S. 154 dazu, „ist das Einzige, was uns nicht zu Sinne will; doch Professor Philippi ist bescheiden genug, zu sagen: Wir stehen hier Räthseln gegenüber, und ich vermesse mich nicht, sie entscheiden zu wollen."

Wir haben aber nicht blos zoologische Petrefakten vom westbolivianischen Puna-Gebiet, wie man das Hochplateau vom Titicacasee bis zur argentinischen Grenze bezeichnet, sondern auch botanische Petrefakten von dort, die ebenfalls das diluviale, ± tropische Klima und die ± tropische Flora dort oben, die jenen Pflanzenfressern nöthig war, bestätigen: Es sind am Cerro de Potosi in Höhe von 4100 m bis 4200 m Blattabdrücke gefunden worden, die nach H. Engelhardt und nach N. L. Britton von recenten Arten und Gattungen stammen, wie sie zum Theil noch in feuchten, bezw. wärmeren Theilen der Cordilleren und im tropischen Amerika vorkommen.*) Es sind dies namentlich Arten von Cassia, Amicia, Sweetia, Lomatia, Dodonaea, Myrica etc.

Wir tragen auch dieses Faktum der diluvialen ± tropischen Fauna und Flora in der Punaregion auf das Querprofil der dortigen Anden ein und erkennen, dass bei der 1%igen westlichen Hebung der Anden die diluviale Wasserscheide zwischen dem Salpetergebiet und dem jetzigen Punagebiet, ersteres noch auf der trockenen Andenseite lag, während das Punagebiet damals auf der nassen Seite den feuchten Winden des amerikanischen Tieflandes ausgesetzt war und deshalb eine Flora beherbergen konnte, wie sie jetzt noch in den Thälern des östlichen Andenabfalles existirt; ich fand dort die Waldgrenze, je nachdem die feuchten Winde Zugang hatten, bei 3400 m (Buschgrenze 3800 m) zwischen Abra und Inca Corral auf dem Wege nach dem Rio Paracti und Rio Juntas. In dem feuchteren Thal des Rio Santa Rosa, der in den Rio San Antonio fliesst — vergl. auch Zeitschrift der Ges. für Erdkunde zu Berlin XII (1877), Tafel III S. 118 und 144 — ist die obere Waldgrenze etwas über La Seja bei 3600 m; dann kommen niedere Sträucher und Puna-Vegetation. Im Tunarigebirge, wo ich vom 26. April bis 4. Mai 1892 reiste und Höhen-

*) Vergleiche Sitzungsberichte der Gesellschaft Isis, 1887, Seite 36—38, Tabelle 1, Fig. 10—16, H. Engelhardt über fossile Blattreste vom Cerro de Potosi. Ferner A. F. Wendt „The Potosi Silver District" in Transactions Am. Inst. of Min. Ing. 1891 XIX, S. 74 bis 106 mit den botanischen Bestimmungen von Prof. N. L. Britton (25 Arten). Referate u. a. im N. Jahrb. für Mineral. 1888, II, 506 und 1892, II, 76—78, ferner in Just, botan. Jahresber. XV (II), 304 und XIX (II), 399.

differenzen von 1260—5350 m zu überwinden hatte, liegen die Quinquina-Wälder (Chininbäume) 2700—3400 m hoch, und erstreckt sich die Baumvegetation stellenweise bis 4400 m! Der wesentlichste Faktor bleibt dabei immer die Zugänglichkeit der feuchtwarmen Winde, sodass wir z. B. auch am Südabhange des Himalaya-Gebirges, trotzdem es nicht mehr in der Tropenzone liegt, eine tropische Vegetation und Bäume bis zur Gebirgshöhe von 3800 m finden.

Haben wir bisher in den bolivisch-chilenischen Anden die zwei westlichen Gliederungen berücksichtigt, welche jetzt der mittlere Höhenzug mit Passhöhen von ungefähr 4500 m begrenzt, so wollen wir nun eine merkwürdige Erscheinung des grossen geneigten Rio Grande-Plateau von ± 2500 m mittlerer Seehöhe, wo die Hauptstadt Sucre (2094 m) liegt, näher betrachten. Ich durchreiste es von Cochabamba (2850 m) über Totora (3200 m), Pampa grande (1230 m), Samaipata (1560 m) nach Santa Cruz. Auf diesem Plateau bilden die Cactaceen, besonders unter 2600 m, die hervorragende Charakteristik der Landschaft; es sind das an sehr regenarme Gegenden angepasste Pflanzen. Eine eigentlich tropische Vegetation fehlt im Allgemeinen dort, dagegen fehlen recente Punabildungen nicht ganz: in den höchsten Plateauvertiefungen bei Vacas ± 3800 m hoch fand ich einige abflusslose, schwachsalzige Seeen. Also die Verdunstung ist jetzt dort bedeutend grösser als der Regenfall. Und dennoch sind dort mächtige und weitausgedehnte Bildungen von Laterit so häufig, wie sie vielleicht nur im tropischen Afrika nach Pechuel-Lösche's*) eingehenden Schilderungen sich wiederfinden. Es sind Laterite, wie auch von den Begründern der Wüsten-Denudationslehre, von Prof. Walter und Dr. Schenk im Gegensatz zu Wüsten- oder Steppenbildungen, betont ward, unter tropischer Feuchtigkeit in situ chemisch zersetzte Felsgesteine, deren Schichtung meist noch in ursprünglicher Lagerung des Felsens trotz der Umwandlung in erdigen Laterit sich verfolgen lässt. Ich hatte solche Lateritbildung früher nur in Venezuela zwischen La Guayra und Caracas in ebenfalls feuchttropischem Gebiet beobachtet und vorher auf meinen Tropenreisen meist wohl übersehen, da ich erst durch Pechuel-Lösche's Publikationen darauf

*) Pechuel-Lösche in Loango-Expedition III 1882 S. 8—15, 39 und im „Ausland" 1884 No. 21 und 22, 1885 No. 26. Meine erste grosse Reise in die Tropen war 1874 bis 1876. In H. Credner's Elemente der Geologie ist selbst in der Auflage von 1878 der Laterit noch gar nicht erwähnt. In meinem Reisewerke „Um die Erde" S. 83 (Brief vom November 1874) findet sich betreffs dieser Bildung — deren Namen Laterit mir also damals noch fremd war — in Venezuela folgende Beobachtung mitgetheilt: „Das Verwitterungsprodukt der Berge von Glimmerschiefer, also Lehm" (muss demnach Laterit heissen) „liegt fast allenthalben noch 3—15 m hoch über dem Felsen und geht der Lehm durch verschiedene Zwischenzustände in den Glimmerschiefer über, wie man an den Strasseneinschnitten und in den Thalschluchten ersehen kann." — Die Unterschiede zwischen secundären, also abgeschwemmten Laterit und Staublöss, soweit sie sich nicht aus lokalen Verhältnissen ergeben, dürften noch mehr aufzuklären sein; es will mir scheinen, als ob Laterit und Löss in Afrika nicht immer unterschieden worden seien. Wo primärer Laterit ansteht, also noch in das Ursprungsgestein übergeht und wo secundärer Laterit tiefer davon aufgeschwemmt ward, ist Laterit sicher; wo aber flache Decken des porösen Staubes als Ebenen das Land weithin überziehen, haben wir es wohl nur mit dem in vieler Hinsicht ähnlichen Löss zu thun. Es kann ja kaum angezweifelt werden, dass die wüstenartige Denudation in Südafrika auch ein Gebiet bedingt, wo ihr Staub abgelagert ward. Also muss wohl angenommen werden, dass dort dieser Staub auch in das nördlich davon gelegene tropische und subtropische Gebiet geweht ward, und dass dort vielfache Kombinationen mit Laterit vorkommen, was noch näher zu erforschen ist. Der bolivianische Laterit dagegen, welcher in den secundären Ablagerungen tiefer als der anstehende Laterit liegt, ist zweifellos rein und frei von Löss. Argentinischer Löss liegt im Tiefland und kann auch nicht in die 2000 m höheren Lateritlager zugeweht worden sein, weil ein südlich querziehender höherer Gebirgszug noch ein Hinderniss bietet.

mehr achtsam wurde. Ich entnehme nun einige Stellen aus meinen Reisebriefen, welche ich meiner Frau sandte: „Von Pocona (3000 m nahe Totora) ritten wir einige Tage durch Lateritgebiete. Laterit ist lehmartig an der ursprünglichen Lagerstätte verwandeltes Gestein. Hier ist es ein grauwackenähnliches Gestein, das in situ verwitterte, so dass man Laterit auf den Bergspitzen, und zwar in derselben Schichtung wie das Stammgestein, findet. Tiefer, in Wasserschluchten, die jetzt oft trocken sind, hat sich dann noch secundärer, d. h. zusammengeschwemmter Laterit angehäuft, der oft tief und wild zerrissene Schluchten (Erosionen) mit seltsamen Uferfiguren zeigt."

Diese ursprünglich tropische oder allenfalls, wo feuchte Seewinde mitwirken, subtropische Lateritbildung beweist, dass dieses jetzt dürre Gebiet östlich der Mittelcordilleren früher ein feuchtwarmes Klima hatte. Tragen wir dieses Faktum auch auf das dortige Querprofil der Karte ein, um zu sehen, wie es mit weiteren von dort bekannt gewordenen Thatsachen harmonirt. —

Nun folge mir der geneigte Leser auf meiner Reise von Santa Cruz de la Sierra in Bolivien, welches nur 442 m über dem Meeresspiegel liegt, durch das bolivianische Tiefland des Departement Santa Cruz, speziell die Provinz Velasco, über San Miguel, Santa Anna, San Rafael, San Matias nach Villa Maria (San Luis de Carceres) in Mattogrosso. Nachdem wir den Rio grande passirt haben, bewegen wir uns meist auf der nur 150 bis 300 m hohen Wasserscheide zwischen den Zuflüssen einerseits zum Amazonenstrom, andererseits zum Paraguayfluss, bezw. La Plata-Strom; nur wenige, höchstens 460 m hohe Andesitberge oder Rücken ragen aus dem zum Theil angeschwemmten, zum Theil lössartigen, welligen oder flachen Lande hervor. Wir finden dort ausser den seltenen Bambuswäldern auf gehobenem Felsboden und ausser Wachspalmenhainen an Lagunen mit zeitweiser Uferüberschwemmung fortwährend dreierlei Vegetationen abwechselnd, die sich nach Substrat und Feuchtigkeit sondern und sich wie folgt unterscheiden. Von Santa Cruz und bis zum Rio Grande haben die Gebirgsflüsse, welche den regenreichen Ostcordilleren entspringen, viel Sand herabgeschwemmt; es sind bis 2 km breite Flussbetten, worin der Wasserlauf bei jedem Hochwasser andere Rinnen sich gräbt. (Ich habe dieses Gebiet auch bis zum Rio Yapacani durchreist und mindestens ein halb Dutzend dieser grossen, zum Theil schiffbaren Zuflüsse des Amazonenstromes gekreuzt.) Auf dem alluvialen Sandboden gedeiht meist nur Grasland, das aus Gräsern und Cyperaceen und zahlreichen, aber vereinzelten krautigen Dicotylen wesentlich besteht, untermischt mit vielen vereinzelten Busch- und Wäldchengruppen. Bei Hochwasser tritt das Wasser über die Ufer und lagert ausserhalb derselben feinen Lehmschlamm ab; dieses Wasser bleibt auch lange in den Vertiefungen stehen; es siedeln sich Pontederien und andere Sumpfpflanzen an; es entstehen flache Sümpfe, in denen bald eine humusbildende Vegetation sich ausbreitet und schliesslich nach weiteren Schlammablagerungen die palmenreichen Urwälder der Hylaea sich entwickeln. Mit Hylaea bezeichnet man die humusreiche Flora der Ufergelände des Amazonenflussgebietes; sie ist dort im Tiefland Boliviens besonders durch riesige Wedelpalmen (Arten von Attalea, Orbignia und besonders Englerophoenix Maripa O. Ktze. oder eine nächstverwandte „Maripa"-Palmenart) mit zolldick verholzenden Blüthenstandsscheiden, durch kleine, stammstachelige Bactris-Palmen, durch grosse Scitamineen, speziell Bihai- (= Heliconia-) Arten charakterisirt. In jedem Flussthal bis nach und quer durch Mattogrosso, das ich bis Cuyaba durchreiste, tritt diese Palmsumpf-

flora der Hylaea auf; es sind das diejenigen Flussthäler, die wenig Sand aufzeigen und das ganze Jahr hindurch feucht bleiben. Östlich vom Rio Grande de Bolivia treten die halbjährlichen Regenzeiten und Trockenzeiten in Erscheinung; dort ist also blos an den wenigen Flussläufen mit dauerndem Wasser Hylaeaflora.

Im Zwischenlande breitet sich Grasland über ebene und unebene Flächen aus, das zur Regenzeit meist reich bewässert wird, zur Trockensaison aber dürre ist und meist abgebrannt wird; dieses Grasland ist mit vereinzelten niedrigen Baum- und Strauchgruppen einer eigenen Flora hainartig durchsetzt; es ist das die brasilianische Camposflora, durch Gräser, Vellosiaceen, Dilleniaceen (Curatella americana etc.), Caesalpinieen (Bauhiniasträucher) und durch Bombaxbäume (Sterculiaceen) charakterisiert; unter den Bombaxbäumen, welche stets nur vereinzelt vorkommen, zeichnen sich einige Arten durch sehr grosse Blüthen aus; bei einer Art, die nur Nachts die Blüthen entfaltet, sind sie grösser und schöner als bei der Cactacee „Königin der Nacht"; andere Arten blühen schon als einjährige, 1 m hohe Stauden und werden schliesslich grosse Bäume. Diese Campos-Flora erstreckt sich durch das Tiefland Boliviens und Brasiliens bis Minas Geraes.

In den tieferen Stellen dieses nicht von Andenflüssen durchzogenen Flachlandes bleibt das Wasser stehen, und es bilden sich Sümpfe mit viel Sumpfeisenerz. Das ganze Terrain ist offenbar ein recent, bezw. seit dem Diluvium gehobener Meeresboden und hebt sich fortwährend noch, weil das Sumpfeisenerz oft bis 60 m über das jetzige höchste Ueberschwemmungsniveau gehoben ist. Auf diesem meist eisenhaltigen, gehobenen Sumpfboden und an Stelle der durch die allmälige Hebung des Bodens entwässerten und dadurch absterbenden morastigen Hylaea-Wälder — die Uebergänge lassen sich mancherorts noch jetzt recht gut verfolgen — hat sich dann die dritte der für jenes Gebiet besonders charakteristischen Florengruppen angesiedelt, die der grossen, dichten Mimosenwälder mit kletternden Bignoniaceen und Sapindaceen, mit vielen Acanthaceen und Ananasgewächsen (= erdständigen, stachelig gezähnt-blättrigen Bromeliaceen), ohne Palmen und fast ohne Gräser. Während in den anderen Florengebieten jener Region Futterüberfluss herrscht, ist in den Mimosenwäldern Futtermangel, sodass man beim tagelangen Passiren der grössten solcher Wälder Futter für die Transportthiere mitnehmen muss. Diese ausgedehnten, dichten, aber wegen des zartgetheilten Laubes der meist recht hohen Mimosenbäume lichten Wälder auf entwässertem gehobenen Sumpf- oder Morastboden beobachtete ich vom Rio Grande im Tieflande Boliviens bis Cuyaba in Mattogrosso; sie wechseln aber immer ab mit hainartiger Camposflora und seltenen Hylaeaflussgebieten. Die andere Darstellung in Oscar Drude's Atlas der Pflanzenverbreitung (1887, Julius Perthes) ist für dieses Gebiet unzutreffend.

Ausserdem treten mehr im Osten auf der Wasserscheide, besonders in Mattogrosso, auf gehobenem Felsenboden öde Bambuswälder von Arundarbor paniculata O. Ktze. (Munro) auf, und um die Seeen, wo eine längere Ueberschwemmung zur Regenzeit eintritt, stellen sich auch die lichten Haine der schlanken, fächerblättrigen Wachspalme Copernicia cerifera Martius ein, die im Gran Chaco und in Paraguay für die Landschaft oft charakteristisch ist.

Uns interessirt hier das häufige und weitverbreitete Vorkommen von über die höchste Ueberschwemmungslinie gehobenen Sumpfeisenstein, der mancherorts als alleiniger Baustein und zur Wegausbesserung benutzt wird. Dass nun gar auf diesem gehobenen eisenhaltigen Sumpfboden und dem

entwässerten Hylaeaboden eine ganz eigenthümliche Flora sich entwickelte, ist ein Beweis, dass diese immerhin geringe Hebung des gesammten Landes mindestens seit dem Diluvium stattgefunden hat, also eine continuirliche Erscheinung war, die aber bei der geringen Hebung des Landes auch nicht allzu alt sein kann, sodass im Diluvium selbst das ganze Gebiet noch unter Wasser gewesen sein wird.

Wir tragen diese recente Hebung der bolivianischen Tiefländer in das Querprofil ein und finden sie mit den dargelegten, bereits eingetragenen Fakta aus den anderen drei Theilen des Querprofils übereinstimmend. Denn wenn sich seit dem Diluvium der Continent im Westen gesenkt hat, muss er sich im Osten seitdem gehoben haben. Wenn wir nun das Balanciren der Anden dort, wie wir es im Salpetergebiet fanden, um 1° auf das ganze Gebiet übertragen, so erklärt sich auch leicht und übereinstimmend, dass die zwei mittleren, jetzt trockenen Plateaux während des Diluvium auf der feuchten Andenseite lagen und von dem damals näheren tropischen Meere, welches die Ostseite der Anden direkt bespülte, sogar intensiver mit feuchten Winden versehen wurden, sodass dort oben die diluviale Flora und Fauna gut gedeihen konnte und damals die Lateritbildung möglich war. Auf diese einfache Weise werden die betreffenden Thatsachen harmonisch erklärt, und damit fällt auch die phantastische Hypothese besonderer, meist katastrophenhaft gedachter Hebung der Anden.

Diesen einmalige Balanciren des Continentes seit dem Diluvium harmonirt auch schön mit der Voraussetzung, dass im Allgemeinen balancirende Continente auf der Senkungsseite Strandgebiete mit Abrasion und an der Hebungsseite vorliegende grosse flache Landstrecken mit Deltabildung zeigen, eine Voraussetzung, die zwar im Detail Ausnahmen erleiden kann, aber hier auffallend zutrifft.

Bei der Beurtheilung, in welcher Achse diese einmalige Oscillation der Anden stattfand, ob parallel mit den Breitegraden oder im schrägen Winkel dazu, ist jedenfalls die Richtung der Wasserscheide zwischen den Zuflüssen zum nördlichen Deltagebiet des Amazonenstromes und zu dem des La Platastromes maassgebend; dies ist zugleich der Ausdruck oder das Resultat der simultanen Schwankung, die Südamerika von Süd nach Nord erlitten hat. Denn es ist ganz unzweifelhaft, dass die südliche Hälfte der Anden sammt Patagonien sich gesenkt und die nördliche Hälfte sich gehoben hat. Wir haben also eine drehende Balancirung der ganzen Cordillerenkette und angrenzender Tiefländer, bezw. des angrenzenden Meeresbodens, deren eine Achse in der Mitte etwa von Antofagasta am Pacific nach der brasilianischen Provinz Mattogrosso auf das Wasserscheidenplateau läuft, und dessen Mittel mit der bolivianischen Mittelcordillere zusammenfällt, während die andere Achse sich nicht näher festsetzen lässt, aber kaum von der Richtung Nord-Süd abweichen dürfte.

Für die simultane nordsüdliche Schwenkung spricht:

1. dass die südliche Andenkette in Berggipfel erodirt war, ehe sie versank, sodass in Chile die Berggipfel zum Theil noch als Inselkette über dem Wasserniveau erkennbar sind;

2. das successive Niedrigerwerden der Andenpässe von dem centralen Theil an nach dem Feuerlande zu, wie folgende Liste, die ich nach Ochsenius: Chile, Band X, aus „Wissen der Gegenwart“ S. 10 u. 11 zusammenstelle, beweist.

20°	08	Cuevanegra	4702 m
—	40	Coposa	4207 „
—	53	Vicunas	4379 „

22°	—	Ascotan	3956 m
23°	50	Puquios	3750 „
24°	30	Antofagasta d'Atacama	2900 „
27°	20	Barrancas blancas	4462 „
28°	—	Manflas	4426 „
30°	—	Doña Ana	4526 „
30°	10	Laguna	4747 „
30°	30	Los Patos	3300 „
32°	20	Valle hermoso	3637 „
32°	50	Uspallata	3927 „
33°	30	Piuquenes	4200 „
34°	12	Cruz de la Piedra	3442 „
35°	—	Damas	3100 „
35°	10	Planchon, nördlich	3048 „
		„ südlich	2507 „
35°	30	El Yeso	2500 „
35°	40	Laguna del Maule	2300 „
35°	50	Choreo	2000 „
36°	—	Longavi	2300 „
36°	19	Purgatorio	2300 „
37°	20	Pichachon	2040 „
40°	10	Ranco cfr. S. 255 (?)	— „
41°	30	Peres Rosales	836 „
52°	10	Meeresbusen	0

(unterbricht die Andenkette).

Der nördliche Theil, welcher also früher gesenkt war, und dessen spätere Hebung sich schon durch die ihn begleitende grosse Landmasse documentirt, kann nicht diese annähernde Regelmässigkeit der Passhöhen zeigen, weil dort die Erosion eine ungleichzeitige bezw. längerdauernde war, und die Gliederung der Anden überhaupt eine andere, mehr getheilte, nicht geradlinige wie im Süden ist.

3. Von dem patagonischen Plateau zieht sich eine submarine flache Bank nach den Falklandsinseln, welche nicht das Resultat fluviatiler Anschwellung sein kann, sondern eine Senkung früheren Landes darstellt.

4. Die Flora von Südchile und des südwestlichen Theiles von Patagonien, der Falklandsinseln und der Sierra de la Ventana und Sierra Tandil zeigt mit der Flora der südbrasilianischen Küstengebirge soviel Uebereinstimmung durch gleiche oder vicariirende Arten, dass nur eine gebirgige Wanderung über früher höhere südliche Gebirgsketten uns dies erklären kann. Von Gattungen mit vicariirenden Arten, die in den Pampas und im mittleren Tiefland fehlen, seien nur erwähnt: die Rosacee Quillaja (in Peru, Südchile, Patagonien, Südbrasilien), die Solanacee Fabiana (in Peru, Südchile, Patagonien, Südbrasilien), die bekannte Conifere Araucaria in zwei ähnlichen Arten: A. imbricata (Südchile) und A. brasiliensis (südbrasil. Gebirge). Ferner die Santalacee Arjona, die in wenigen, sehr nahe mit einander verwandten Arten in Mittel- und Südchile, in Patagonien, in der Sierra de Tandil (wo ich eine Art entdeckte) und de Achala, sowie in Montevideo, bezw. den südbrasilianischen Sierren (Arjona Sellowiana Taubert) vorkommt. Ausserdem giebt es auch ganz gleiche Arten, die im Zwischengebiet völlig fehlen, z. B. die Cornacee Griselinia ruscifolia Taubert (= Decostea Clos), welche in Südchile, besonders Valdivia, Chiloe, und dann plötzlich im Orgelgebirge bei Rio Janeiro und im Itatiaya, bezw. der südbrasilianischen Serra do mar, sich findet. Von meinen in Südamerika

gesammelten Pflanzen habe ich bis jetzt erst einen Theil der Monocotylen bestimmt, aber auch dabei eine monotype Gattung, die Graminee Chaetotropis chilensis Kunth, die bisher blos aus Chile bekannt war, vom Itatiaja aus den südbrasilianischen Sierren mitgebracht. Eine Wanderung aller dieser Pflanzen quer über den Continent, in dessem Tieflande sie fehlen, erscheint vollständig ausgeschlossen. Doch ist es wohl möglich, dass diese von verschiedenen Botanikern und Zoologen angenommene antarktische frühere Landhebung, wozu Patagonien, Südchile gehörte, und andererseits Verbindungsstrecken bis Neuseeland gehört haben müssen, schon vor dem Diluvium zu versinken begonnen hat.

Wir befassen uns daher hier nur noch mit der transversalen Schwankung auf der Mittellinie Antofagasta bis Cujaba, die von der bolivischen Mittelcordillere der Längsachse nach inmitten der Anden-Gesammtmasse durchzogen wird. Die Distanz vom jetzigen Westfuss derselben, also Antofagasta zum Ostfuss bei Santa Cruz de la Sierra, beträgt in der Luftlinie ziemlich genau 1000 km. Diese Strecke zerfällt in vier ungefähr gleiche Theile: 1. Salpeterabhang; 2. Westpuna, getrennt durch das Mittelgebirge von 3. Rio Grande-Plateau; 4. Ostcordillere mit Abfall zum Tiefland. Da die Schwankung 1% betrug, ist von der gleich hoch bleibenden Mittellinie an ein diluviales Höhersein bis Antofagasta für 500 km à 1% = 5 km = 5000 m anzunehmen; bei Ascotan nur ungefähr 2000—2500 m, sodass zuzüglich der mittleren Passhöhe von 4000 m diese frühere Wetterscheide 6000—6500 m (abgesehen von den aufgesetzten höheren Vulkankegeln, die auch schon im Diluvium existirt haben dürften) hoch gewesen sein wird.

Das Mittelgebirge blieb also constant ± 4500 m hoch (mit höheren Bergen). Dagegen müsste die Senkung am Ostende ebensoviel wie die Hebung am Westende, also ± 5000 m, betragen haben, bezw. an der Sierra de la Cruz nur 4000 und im Rio-Grande-Plateau nur 2000 m, sodass letzteres damals ein wohl noch nicht stark erodirtes Tiefland war; während das jetzige bolivianische Tiefland im Meer versunken war und sich bis 5000 m oder mehr unter dem Oceanniveau befand.

Das soll ja nur in groben Zügen die Hebung und Senkung charakterisiren und ein Wahrscheinlichkeitsbeweis sein; im Detail haben vielleicht einige Abweichungen und vermittelnde Zustände seit Beginn der diluvialen Hebung und Senkung in den Anden stattgefunden. Jedenfalls steht fest, dass die Wetterscheide früher eine andere war, und dass durch eine einmalige Oscillation der Anden sich die erwähnten, bisher räthselhaften Fakta in voller Harmonie und ohne Katastrophe erklären lassen.

2. Wüstendenudation, jetzt und im Obercarbon.

In seinem kürzlich (1894) erschienenen Lehrbuch der systematischen Botanik, Phytopaläontologie und Phytogeographie hat Professor Karl Schumann S. 557—559, ein Kapitel über Glacialerscheinungen im Carbon, bezw. Permcarbon, geschrieben, worin er am Schlusse die neuerdings Aufsehen erregende Hypothese, dass im Obercarbon eine weitgehende Landverbindung zwischen Indien, Australien, Afrika, vielleicht auch Südamerika bestanden, die zum Theil eine weitgehende Vergletscherung erfahren habe, zu folgender Schlussfolgerung benutzt: „Die mit der Vereisung nothwendigerweise verbundene Herabdrückung der Temperatur vernichtete die einem wärmeren Klima angepasste Carbonvegetation, und auf sie folgte eine neue Flora, welche, von hier ausgehend, als die mesozoische die übrige Welt eroberte."

Diese Hypothese ist von verschiedenen Geologen angedeutet und von W. Waagen schärfer ausgeführt worden, der im Jahrbuch der K. K. geolog. Reichsanstalt zu Wien 1887, S. 143—192, sie behandelte und auch für die britischen Inseln, bezw. Europa, im Permcarbon und als wahrscheinlich auch für Nordamerika diese spätcarbonische Glacialzeit annimmt. Nachdem auch ein Botaniker wie Schumann diese Hypothese zum Theil angenommen hat, ist mir dessen Meinung wichtiger. Da ich das Aussterben der Carbonflora, welche nach meinen Darlegungen im „Ausland" 1880 S. 688—689 und 1884 in meiner Phytogeogenesis S. 151—212 wesentlich eine pelagische, bezw. silvomarine oder supermarine war, durch steigende Versalzung der Meere und klimatische Zonenbildung mit unruhiger werdendem Meere erkläre, und die Kontinente als fast unbewachsen annehme, und auch Schumann S. 554—556, die Carbonflora vorzugsweise als eine „superaquatische" in Landseeen von riesigen Dimensionen mit versumpften Rändern betrachtet, während er auf den Kontinenten eine geringere Flora von Cordaiten und Farnen annimmt, so darf ich die Waagen-Schumann'sche Hypothese wohl als einen Widerspruch gegen die meine ansehen, und möchte ich untersuchen, welche Annahme der Wahrheit näher kommt.

Zunächst könnte wohl der Haupttheil der carbonischen Flora, die Flora der meeresgrossen Seeen, nicht durch Gletscherbildung zum Aussterben gebracht worden sein; wir sehen überall heutzutage sogar die Landflora bis dicht an die Gletscher heranreichen, und in Südchile, bezw. Patagonien und Neuseeland, geschieht ja das sogar mit Wäldern. Auch sind die Farne, insbesondere die Farnbäume, heutzutage in der Regel nicht Pflanzen heisser Zonen, sondern subtropischer und gemässigter Zonen und Regionen; die Farnbäume haben noch die meiste Aehnlichkeit mit den carbonischen und kommen wesentlich nur in feuchten Zonen vom $\pm$ 15° C. vor. Man darf kaum behaupten, dass die Farne seit dem Carbon ausgestorben seien (also auch nicht durch etwaige Carbongletscher); sie haben sich blos allmälig modificirt, und das thaten ja sogar noch in der Neuzeit die meisten Pflanzen, welche weite Verbreitung durch Wanderungen erkennen lassen.

Gletscherbildung ist an sich nicht geeignet, irgendwelche Vegetation an den Rändern der Gletscher zum Aussterben zu bringen; sie kann höchstens manche Pflanzen aus wärmeren Regionen, deren Samen von Winden hingetragen wurden, am lokalen Gedeihen hindern. Man müsste also schon annehmen, dass die ganzen Kontinente des Obercarbon mit Eis bedeckt gewesen wären, also eine vollständige Vereisung aller carbonischen Continente und aller Wasserbecken und auch aller Inseln annehmen, um die cosmopolitische carbone Flora zu vernichten; das wäre absurd. Es freut mich, mittheilen zu können, dass Professor Schumann auf meine privaten Einwände hin diese Hypothese auch schon aufgegeben hat.

Nun fragt es sich: Ist die obercarbonische Gletschertheorie überhaupt haltbar? A priori würden tropisch carbonische Gletscher, wie sie für Indien und Brasilien (die anderen Gebiete liegen in den jetzigen gemässigten Zonen, die aber im Carbon noch nicht differenzirt waren) angenommen werden, eine so bedeutende Wärmesteigerung seit dem Carbon bedingen, weil es jetzt keine tropischen Gletscher giebt, dass man schon deshalb der carbonischen Gletscherhypothese mit grossem Misstrauen begegnen muss.

In der That ist die Carbongletscherhypothese auch andererseits schon verworfen worden; so von Dr. Stapf auf dem 8. deutschen Geographentage in Berlin 1889 (Vergl. betr. Verhandlungen S. XVIII), wo er ausführt: „Gekritzte Gerölle in carbonischem Conglomerat Südafrikas beweisen nicht, dass dieses Conglomerat glacial sei, sondern nur dass Geschiebe auch ohne Gletschereis ebenso gerieben und zerkratzt werden können, wie unsere charakteristischen Diluvialgeschiebe. Auch Professor Penck-Wien, einer der gründlichsten Kenner der Glacialerscheinungen, sagt l. c. S. XIX—XX, dass die vorgelegten Geschiebe aus Südafrika wohl gekritzt, aber nicht glacial seien.

Dr. Schenk blieb in der Entgegnung damals noch bei dem Glauben, dass, wie er S. 161 resümirt, manche carbonische südafrikanische Geschiebe an solche Ablagerungen erinnern, die wir als glaciale ansehen. Das steht aber wohl im Widerspruch mit dem, was er S. 158—160, über Beckenbildungen dieses Theiles von Südafrika schreibt, die Stow hauptsächlich veranlassten, eine Vergletscherung anzunehmen; er weist dort nach, wie er auch später 1893 (Verhdl. des 10. Geogr.-Tages S. 156) betont, dass diese Beckenbildungen nicht glacial sein können, ebenso auch die dortigen Rundhöcker und angeblichen Moränen nicht, denn sie seien durch Denudation eines trockenen Wüstenklimas erfolgt.

Ausserordentliche Trockenheit einer Wüstenregion oder Steppe schliesst übrigens an sich Gletscherbildung aus. Da muss mindestens ein hohes Gebirge als Wetterscheide dienen, an deren einen Seite sich die feuchten Meereswinde sacken und in höherer Gebirgsregion Schnee zur Gletscherbildung abladen. Aber gerade in den südafrikanischen Gebieten, wo die angeblichen Gletscherbildungen sich finden, welches Gebiet ich von Anfang Januar bis April 1894 kreuz und quer durchreiste (Capstadt — Kimberley — Cradock — Pretoria — Molteno — East London — Natal — Drakensberge,) ist ein solches transversales Wetterscheidengebirge in und seit der Carbonzeit, wie die jetzige Gebirgsbeschaffenheit und deren Profile beweisen, nie dagewesen und absolut ausgeschlossen. Wenn es jetzt in Kimberley, Cradock, Molteno, bezw. im Karroogebiet, Orangefreistaat und Transvaal, manches Jahr gar keinen durchgreifenden Regen giebt, und wenn dort manchmal erst nach 15 Monaten blos eine, dann aber heftige Regenwoche eintritt, wie ich sie dort gerade erlebte, so kann dieses trockene Klima zur Carbonzeit, welches im Süden der Karroo-Region pseudoglaciale

Erscheinungen hervorbrachte, auch im nördlichen Theile dieser Region nicht anders gewesen sein als im südlichen; die Distanz ist übrigens nur unbedeutend, und das Niveau im Norden dieser Region (4000—4800 Fuss) liegt jetzt innerhalb der Extreme des Südens (Cradock 2856 Fuss, Molteno 5130 Fuss. Also alle dortigen betreffenden Erscheinungen müssen gleiche Ursache gehabt haben.

Während G. v. Richthofen mehr die subäolische Lössbildung unter Mitwirkung der den Staub festhaltenden Steppenvegetation grundlegend behandelte, und während sowohl die Temperaturschwankungen in der Wüste zur Gesteinszertrümmerung, als auch die Entstehung und der Transport gröberer Wüstenschuttmassen nur hin und wieder Beachtung fanden, — auch Schweinfurth in seiner Abhandlung über den versteinerten Wald von Cairo (Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch. 1882 S. 142—144) nimmt die äolischen Mittel zur Erklärung grösserer rutschender Terrainveränderung und Bewegung gröberen Gesteins in Anspruch — haben neuerdings Prof. Joh. Walther und Dr. A. Schenck auf dem 10. deutschen Geographentage in Stuttgart (Vergl. dessen Verhdl. S. 141—172) die Denudation in der Wüste und die pseudoglacialen Erscheinungen eingehend und in überzeugender Weise behandelt.

Danach ist die Zerstörung der granitischen Gesteine durch Insolation und Abkühlung viel stärker als die der gleichfarbigen Gesteine, z. B. Sandsteine, und zwar, weil die einzelnen Mineralien der Gneissgranite polychrom, also ungleich gefärbt sind, daher tagüber ungleichartig erwärmt und nachts ungleichartig abgekühlt werden. Durch Insolation steigert sich ihre Erwärmung bis 70°, und nachts folgt dann die enorme Abkühlung. (Im bengalischen Tieflande entsteht nachts sogar infolge der grossen Ausstrahlung der Wärme manchmal Eis). Die dadurch herbeigeführte ungleiche Ausdehnung und Contraction der Mineralbestandtheile des Granitgneisses verursacht dessen schnellere Zerstörung. Haushohe Granitblöcke zerspringen und bilden Blockmeere. Die Felsen bilden, abweichend von den durch Erosion veränderten Gebirgsmassen, Steilwände, manchmal bis 1500 m Höhe, mit lockeren Schutthalden. Der durch Insolation weiter zerbröckelnde Gesteinschutt wird vom Wind — gelegentlich auch von den sehr seltenen und heftigen Regen, dann aber nicht weit — nach und nach wegtransportirt, der Steinschutt wird horizontal ausgebreitet. (Es entstehen also keine keilig erodirten Thäler wie bei der Wasser-Erosion). Dadurch entstehen die Kesselthäler der Granitgebirge in der Wüste und ganz andere Landschaftscharaktere als bei uns. Felseninseln, sogenannte Zeugenberge, bleiben stehen, die zweifellos früher zusammen hingen. Die Feldspathe verwittern zu Lehm (oder Mergel), manche Gesteine, insbesondere Kalke, blättern ab (Desquamation), selbst Feuerstein zerspringt durch Insolation und Abkühlung. Durch allmäligen äolischen Transport gröberer Gesteine werden diese zu Kieseln und Sand abgerundet und sortirt, dadurch entstehen abgeschliffene Felsen und beckenartige Vertiefungen, durch Sandgebläse sogar Rundhöcker, kurz pseudoglaciale Erscheinungen. Der Transport des Steingruses und Flugsandes auf kurze Strecken wird mit Deflation bezeichnet. Professor Pechuel-Lösche hatte schon früher über die Wirkungen des Flugsandes in „Ausland" 1886 S. 822/3 (zur Kenntniss des Hererolandes; vergl. auch Ausland 1892 S. 446/7.) gezeigt, dass der Flugsand unter günstigen Umständen selbst in feinkörnigen Lagergranit Löcher und Höhlungen und Felsengallerien schafft.

Der Staub — also Löss mit mehr eckigen Körnchen — von Walther und Schenck irrig als Lehm bezeichnet — wird durch den Wind ander-

wärts verweht. Es entstehen, wie Walther ausführt, die Kieslager, Sanddünen, Lehm- (Löss-)-Regionen und die Salzabsätze, bezw. wie Schenck es bezeichnet, die Kieswüsten, die inländischen Sanddünen, die Staubwüsten (Lösssteppen) und die Denudationswüsten; letzteres sind solche, wo aller Schutt weggefegt wird. Eluvialwüsten sind solche, in denen der durch die Wüstenverwitterung gebildete Schutt nicht hinweggeräumt werden kann.*) Der Sandstein dagegen oder anderes homogenes gleichfarbiges Gestein, wenn solches die granitischen Gesteine überdeckt, wie in Südafrika, bleibt auf den Gipfeln der Berge liegen und bildet die von Capstadt bis in den Drakensbergen nicht seltenen Tafelberge. Die Flüsse in Wüsten und Steppen erreichen selten das Meer, und die durch Gesteinszertrümmerung befreiten Alkalien erzeugen binnenländische Salzlager. Das Salz ist nebst accessorischem Apatit, dessen Chorgehalt bei der Gesteinszersetzung in Chloralkalien umgewandelt wird, mikroskopisch in den meisten Urgesteinen als nicht selten nachgewiesen worden, und diese Nebenbestandtheile, als Chlornatrium, Chlorkalium etc., welche durch die Gesteinsverwitterung erst befreit werden, bleiben mangels abfliessender Gewässer in den Wüsten und Steppen, zum Theil als Staubform und Efflorescenz zerstreut, zum Theil in lokalen Lagunen als Salzsümpfe und Salzlager concentrirt. Vermöge der hygroskopischen Eigenschaften der Chloralkalien dürften sie auch zur Austrocknung der Luft in den Wüsten und zur Zerstörung der Gesteine beitragen; auf letzteres machte mich Professor Schweinfurth aufmerksam.

Wir haben also in den Wüsten mehr mechanische Verwitterung, abweichend von den Tropen, wo die Luftfeuchtigkeit chemische Verwitterung der granitischen Gesteine ohne oder mit relativ geringer Dislocation: den Laterit erzeugt. Aus äolischer Denudation an Fundamenten datirter Bauten bei Kantara in Egypten ergiebt sich dafür 1 m Denudation in 1000 Jahren. —

Auf meiner letzten Reise in Südamerika (November 1891 bis Januar 1893), welche mich von Buenos-Aires mit Abstechern nach Tandil und Jujuy quer durch Argentinien nach Chile, dann durch die Atacamawüste und Bolivien nach Mattogrosso, Paraguay, Uruguay und durch die Küsten-

*) Partielle Eluvialwüsten möchte ich solche nennen, in denen dieser Schutt durch abwechselnd conträre Winde hin und her geschoben wird, wobei partielle Staubentfernung und fortwährende Erneuerung des Schuttes stattfindet. Der Staub wird wohl zum grösseren Theil weggetragen, aber die äolische Gesteinsverwitterung erzeugt aus den noch hervorstehenden Felsen immer neuen Schutt und immer neue feinere Denudationsprodukte. Auf diese Weise kann in loco keine klare Sonderung in Denudationswüsten, Schuttwüsten, Dünenwüsten und Lösssteppen entstehen, und dennoch können nach und nach grosse Mengen Gesteines äolisch ausgesondert und nach und nach als Staub verweht werden. Durch Fortdauer der Denudationsprocesse bei inconstanten Windrichtungen behalten also diese partiellen Eluvialwüsten den gemischten Charakter einer Eluvialwüste, werden aber immer tiefer. Hierzu gehören die flachen Thäler der eigentlichen fortwährend lufttrockenen (± 7 Zoll jährlichen Regenfall) centralen Karroowüste. Wegen deren Ausdehnung vergleiche man die Physical and climatological map in A. Samler Brown's „South-Africa", London 1893 bei Sampson Low, Marston & Co., ein recht gutes und billiges Buch, das ich den „Bädecker von Süd-Afrika" nennen möchte. In der centralen Karroowüste findet man nackte Berge und Bergrücken und steinübersäete sandig-lössige Thäler, während um das eigentliche Karroogebiet herum eingeebnete Ländereien mit ausgeprägterem Steppencharakter sich finden; so z. B. nördlich die trockenen, steppenartigen Ebenen der Orangerepublik und von Transvaal und östlich von den Drakensbergen infolge der dort grösseren Luftfeuchtigkeit die Grassavannen Natals bis hinab nach Pietermaritzburg. In Küstennähe des Kaplandes und von Natal treten infolge der vom Meere stammenden feuchten Winde ganz andere Verwitterungen der Gesteine und auch ganz andere Floren auf, welche Floren sich nur dort in Gebirgsthälern an solchen Abhängen der sturmdurchpeitschten trockenen Gebirge (einschliesslich Drakensberge) zeigen, wo die feuchten Seewinde sich *sacken.*

gebirge Brasiliens nach Minas Geraes führte, hatte ich reichlich Gelegenheit, dort ganz ähnliche Verhältnisse zu studiren. Wie in Afrika der Samum ist in Südamerika der Pampero als Staubwind und nebenbei noch als kalter Wind gefürchtet, der aus Patagonien kommend, dort Denudationswüsten hinterlassen hat, und in den südlichen Pampas mächtige binnenländische Dünen und die mehr nördlich sich ausdehnenden Lösssteppen, die eigentlichen Pampas, aufschüttete.

In Buenos-Aires und La Plata, versicherte man mir von glaubwürdiger Seite, verdunkelt ein staubiger Pampero manchmal das Tageslicht derart, dass in den Zimmern die Lichter und auf den Strassen die Laternen angebrannt werden. Der kalte, ursprünglich trockene Pampero treibt die ihm nördlich entgegentretende Luftfeuchtigkeit zusammen, kühlt sie ab und lässt sie als Regen mit dem Staub fallen, weht aber dann noch abkühlend weiter bis zum Aequator. Es ist ein fürchterlich schöner Anblick, wenn man, mit Schiff ankommend, gegen einen herannahenden Pampero fährt: eine

Pseudoglaciale Bildungen in der Sierra de Tandil, Argentinien.

mächtig hohe, den ganzen Südhorizont einnehmende dunkele Wolkenwand wälzte sich heran und bewegte das Meer, welches vorher ganz ruhig war, so stark, dass fast alle Passagiere seekrank wurden.

Auf der Sierra de Tandil findet man mächtige Steinblockmeere und pseudoglaciale Rundhöcker, von denen ich einen mit dem berühmten Rocking stone, den schwingenden Stein, nach einem Bilde, das nach einer Photographie gefertigt ward, hier wiedergebe. Diese Gebilde sind auch schon für glacial gehalten worden, aber sicher mit Unrecht, schon weil diese Blockmeere blos aus anstehendem Gestein bestehen. Santiago Roth (in Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft 1888 S. 441—442) führt zur Bekräftigung, dass die Sierren de Tandil und de la Ventana als alte Kuppen früherer grösserer primärer Gebirgsketten durch heute dort noch wirkende Naturkräfte, nicht aber durch Gletscher oder durch Ueberschwemmungen verwittert worden seien, auf, dass Gerölle nur in nächster Nähe, aber nicht

in den Lössebenen vorkommen. Die pflanzlichen Organismen spielen aber bei Santiago Roth zur Lössbildung eine grössere Rolle, als es thatsächlich der Fall ist; die Kräuter haben für Staublöss eine festhaltende Wirkung, können aber kein Gestein zu Löss zersetzen.

Der Löss ist abweichend vom Lehm wasserdurchlässig, er weicht im Wasser nicht zu einer thonig-schmierigen Masse auf, und so kommt es, dass man in Paraguay und im Tiefland von Bolivien, das ich ungefähr auf dem 17. südlichen Breitengrade durchreiste, meist Wasserfuhrten durch stehende Gewässer findet, in denen Wagen, Ochsen und Maulthiere festen Weges passiren können. Am Rio Tebicuary hatte ich mich einmal 40 Stunden lang in den Sümpfen verlaufen und war erstaunt, selbst im tieferen Wasser nicht im Schlamm einzusinken.

Der meiste Staublöss wird indess schon in Argentinien abgeladen und dort von der Grasnarbe festgehalten, sodass er nicht weiter verweht wird; dort finden sich auch oft in abflusslosen Gebieten die Salinas, welche für die Wüsten und Steppen Afrikas, Asiens und Australiens so charakteristisch sind. Selbstredend treten noch Nebenerscheinungen ein, wo grössere Flüsse die Lössebenen durchkreuzen, bezw. zeitweise Gewässer von den Anden andere Aufschüttungen und Störungen veranlassen. In dem Delta von Entrerios kommen und kamen zeitweise mehr fluviatile Anschwemmungen zur Ablagerung, die abwechselnd von Staublöss, der sich also auch im Wasser ablagert, überdeckt sind. Indess der Pampero, welcher an keinem Quergebirge eine Ablenkung erfährt, bleibt doch der vorherrschende Wind von Patagonien bis zum Aequator und das Hauptagens zur Aufschüttung der Pampas. Selbst in dem tropischen Tiefland Boliviens ist er, wenn auch oft schon staubarm, durch seine Kälte sehr empfindlich, und habe ich, wenn er wehte, bei nur 5° Wärme dort ziemlich gefroren und auch gesehen, wie Zuckerrohr, Maniok, Ricinus und andere tropische Pflanzen dort von seiner Kälte erfroren. Angenehm war es dann, wenn wir wenigstens in einer Hütte bleiben konnten, aber das ist dort nicht immer möglich; habe ich doch etwa 80 Nächte auf meiner letzten südamerikanischen Reise im Freien übernachtet.

Ueber das patagonische Denudationsplateau finde ich in Berghaus' physik. Atlas I 1892 noch keine Angabe, und die Nachrichten von dort sind ja auch nur sparsam; ich habe das Werk von Dr. Francisco P. Moreno, dem Direktor des berühmten Museo de La Plata zur Hand: Viaje a la Patagonia austral (1879 Buenos Aires 460 S.), worin die dazu gegebene Landkarte für die Region zwischen 49° und 51° südlicher Breite östlich der Cordilleren bis zum $69^1/_2{}^0$ westlich von Greenwich angiebt: Mesetas terciarias cubiertas en parte por Basalto, und zwar über das meiste explorirte Terrain. Dieses Plateau fällt von den westlichen Seeen in Höhe von etwa 3000 Fuss bis nach dem Steilabfall am Atlantic auf 800—1000 Fuss herab. Ferner erwähnt Moreno S. 47 und 48, dass zwischen dem Rio Negro und Chubut, also etwa 42° südlicher Breite, eine Bedeckung mit Meereskalk vorhanden sei. Das Gebiet südlich vom Rio Negro wird als Travesia auf den Landkarten bezeichnet; das ist im argentinischen Spanisch eine absolut wasserlose, meist steinige Wüste. In F. Latzina Géographie de la république Argentine 1890 S. 447 wird über das 247331 qkm grosse Territorium Chubut geschrieben: La plus grande partie de ce territoire se compose de plateaux peu élevés. A l'ouest, dans le voisinage de la Cordillère, on trouve des vallées fertiles encore peu connues. Das ganze Plateau, welcher Ausdruck bei Latzina in Gegensatz zu benutzbarer Pampa gebraucht wird, ist unbewohnt; erst am Abfall nahe der Küste ist schwache

Bevölkerung. Ebenso unbewohnt ist das Plateau bis 49°, und von dort bis 51° giebt Moreno l. c. nur an den zwei Flüssen, die aus dem fruchtbaren Cordillerenabhang herabkommen, und an letzterem Indianeransiedelungen an, während in dem nach Patagonien zu gelegenem südlicheren Theile, der zum Theil fruchtbar ist, bei 9° C. mittlerer Wärme noch Rindviehzucht im Freien möglich ist und verwilderte Pferde häufig vorkommen. Das ungeheure Plateau verdankt demnach seine Sterilität nicht ungünstiger Temperatur, sondern seiner steinig öden Beschaffenheit.

Das Denudationsplateau scheint sich also mindestens vom 51°—40° südl. Breite zu erstrecken. In den argentinischen Pampas ist die Insolation, bezw. Tageshitze, auch recht bedeutend; ich habe in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift von Potonié 1893 S. 12, 13 in dem Bericht über meine Pampasreise bei ± 34° südl. Breite einige gelegentliche Temperaturmessungen angegeben: $32^1/_2{}^0$, 39° im Schatten, 44° mit Schwingthermometer im Freien.

Wenn also in den südbrasilianischen Carbongebieten auch pseudoglaciale Gebilde sich finden, so haben wir es dort auch nur mit jetzt dort noch auftretenden Erscheinungen der äolischen Denudation eines wüstenartigen Klimas zu thun. Und diese äolischen, pseudoglacialen Erscheinungen, welche im Obercarbon so weitverbreitet über die Erde auftreten, dürfen wohl als ein Zeichen aufgefasst werden, dass damals die Continente wüstenartig und pflanzenarm waren, wie ich es auch in meiner Phytogeogenesis aus anderen Gründen anzunehmen gezwungen war.

3. Entstehung des Chilisalpeters.

In Bezug auf Entstehung des salpetersauren Natrons oder „Chilisalpeters" habe ich einige Beobachtungen und Studien auf meiner Reise durch Chile und Bolivien gemacht, die zur Aufklärung dieser bisher ungelösten Frage führen dürften. Ich gebe zunächst einige Auszüge aus meinen Reisebriefen:

1. Aus dem Bericht über den Besuch des Salpetergebietes: „Es finden sich dort keine reinen Salpeterlager, sondern nur salpeterhaltiges Chlornatrium, wie auch die Brunnenwässer in der Oase Calama und das Salz auf der flachen Hochebene jenseits Ollagua in den grossen Salzpampas etwas salpeterhaltig sind."

„Wenn man nun bedenkt, dass die ungeheuren Seeen der etwa 12000 Fuss hohen Puna, der Titicaca-See und der Lago de Poopo — wie er jetzt offiziell und hier stets nur genannt wird, während auf unseren Landkarten Lago Aullagas steht — wohl fortwährend schwachsalzigen und auch salpeterhaltigen Wasserzufluss erhalten, deren Stickstoff von den Excrementen der zahllosen Lamaherden stammen dürfte, welche auf den Hochebenen neben diesen Seeen weiden, dass ferner diese Seeen infolge der übermässigen Lufttrockenheit stark verdunsten, sodass ihre Abflüsse Salzpampa bilden, so brauchen wir nicht schwer erklärliche Erhebungen von Meerwasser anzunehmen, dessen mitgehobene Meeresthiere den Stickstoff zum Salpeter geliefert haben sollen, um die Salpeterlagerentstehung zu erklären. Die Lamas sind jetzt allerdings nur noch gezüchtet; ich habe sie aber in unglaublichen Mengen auf jener Hochebene neben dem Lago de Poopo zu sehen bekommen. Es ist kaum zu bezweifeln, dass sie bei der auffallenden Seltenheit an Raubthieren in den Cordilleren früher häufiger dort gewesen sind. Wie ich von verschiedenen zuverlässigen Leuten hier in Oruro und Cochabamba erfuhr, haben die Lamas, Vicugnas und Alpacas, welch' letztere am Titicaca-See mehr vorkommen, die sonderbare Angewohnheit, ihre Excremente herdenweise stets auf einen Haufen zu werfen und dort auch nur zu uriniren. Da dies häufig auf Salzboden geschieht, erklärt sich die Bildung des Salpeters ohne Weiteres. Uebrigens findet sich auch in jenen Wüsten und Steppen nicht selten Kalksalpeter, welcher vermuthlich aus den Excrementen der Thiere auf nicht salzhaltigem Boden entstanden und gelegentlich durch Regen in natronhaltige Gewässer gebracht, in Natron-Salpeter umgesetzt wird. Es ist daran festzuhalten, dass die ganze Gegend, wie schon die Brunnenwasser erkennen lassen, schwach salz- und salpeterhaltig ist, dass also eine weitverbreitete und dauernde Ursache die Bildung des Salpeters veranlasst haben muss, nicht aber hypothetische Guanolager, die im Innern des Landes fehlen, oder Guanostaub, der doch von den feuchten Lagerplätzen am Meere oder auf den Inseln nicht weggeweht wird und allenfalls nur in relativ minimalen Mengen in Betracht käme, oder Tangreste eines supponirten verschwundenen Meeres, die nur verhältnissmässig sparsame Strandbildungen sind, (d. h. die

Tange wachsen stets nur im seichten Wasser am felsigen Strand) oder gar untergegangene vorweltliche Thiere, von denen man doch nur vereinzelte Reste gefunden hat."

2. Aus dem Bericht über meine Excursion ins Tunarigebirge im April und Mai 1894, wo ich die meiste Zeit zwischen 3500 und 5300 m hoch zubrachte und auch dreimal über 5000 m hoch im Freien übernachtete: „In den höchsten Regionen finden sich häufig wilde Herden von Vicugnas, und etwas tiefer werden die Lamas viel gezüchtet. Die Lamas misten, wie ich hier fortwährend beobachten konnte, nur an gewissen Stellen, meist auf dem Wege und fast immer nur nahe fliessender Bäche; ihre Weide halten sie rein, und vereinzelte excrementale Würfe sind äusserst selten. Die Miststellen zeigen alten zertretenen bis neuesten Mist und sind von Umfang meist länglich, bis 3 m breit und 5 m lang, zuweilen auch bis doppelt so gross."

„Man hatte mir auf meine Salpetertheorie in Cochabamba eingeworfen, dass die Lamas sich durch einen losen Strick, der um ihre langen Hälse gelegt wird, leicht an einer Stelle fesseln lassen, wie ich das auch schon in Uyuni und Oruro bei lasttragenden Lamas gesehen hatte. Dadurch sollten nun diese Miststellen erklärlich sein. Aber das ist unrichtig, denn diese Ablagerungen müssten alsdann kreisrund sein, während sie bei frei mistenden Lamas stets länglich sind. Auch werden im Tunari-Gebirge die Lamas nie derart zusammengebunden; ich habe dort vielleicht 100 oder mehr solcher Miststellen gesehen. Da indess das Lama nur ein Culturthier ist, war es nöthig, sicher zu erfahren, ob auch den wilden Rassen, hier also die Vicugnas, schon diese Eigenschaft des stellenweisen Mistens, bezw. der Reinhaltung der Weide, besitzen. (Ich konnte nicht sicher stellen, ob manche der Miststellen am Wege, der ja auch von den Vicugnas oft gekreuzt wird, von den Vicugnas herrührten.) Nun hat der als zuverlässig geltende Zoologe und zoologische Sammler Gustav Garlepp, der schon seit 8 Jahren in der Tropenzone Amerikas sammelt, sich um Cochabamba mindestens schon $^1/_2$ Jahr aufhielt und speziell in der Vicugna-Zone einen Monat war, und den ich im Tunari-Gebiet antraf, mir für die Vicugnas diese Eigenschaft bestätigt. Dieser ausgezeichnete Jäger theilte mir auch mit, dass angeschossene Vicugnas stets, soweit es ihnen noch möglich ist, nach einer solchen Stelle zum Verenden eilen."

Auch die Guanacos (die nur eine andere wilde Sorte der Lamas sind, wie denn die Zoologen nicht einig darüber sind, ob die vier Lamasorten: Guanacos, Vicugnas und die in zahllosen Abänderungen domesticirten Lamas und Alpacas zu einer oder zu mehreren Arten gehören) setzen, wie ich nachträglich aus Brehm's Thierleben ersehe, nur auf bestimmten Haufen ihre Losung ab, und auch die Guanacos suchen nach Darwin (cfr. Brehm) Uferplätze zum Sterben auf.

„Es kann nun kein Zweifel sein, dass der Lamamist und Lama-Urin, eben weil er nur auf steinigem Boden oder Wegen an Bächen abgesondert wird, an solchen Stellen durch gelegentliches Regenwasser ausgelaugt und zum Theil weggeschwemmt wird, sodass dessen Stickstoffgehalt mit salzhaltigem Wasser und Boden zusammenkommt und sich in Salpeter umsetzt. Soweit nun diese stickstofffführenden Gewässer den Lagunen und Seeen der Hochebene zufliessen, wo sie zu Salzpampas austrocknen, müssen salpeterhaltige Salzlager entstehen. Würde der Mist auf der Weide selbst abgelagert, so würde die Erde und die Vegetation den Stickstoff absorbiren. Wir verdanken also blos dieser reinlichen Gewohnheit der Lamas die Entstehung des Chili-Salpeters."

„Man hat mir auch die veraltete Forbes'sche Theorie über Salpeterbildung, nämlich durch Verwesung der Pflanzen in ausgetrockneten Seeen, vorgehalten; aber Pflanzen sind so stickstoffarm, dass sie niemals in natura Salpeter liefern. Auch die Thiere, welche in austrocknenden Seeen umkommen, liefern relativ so wenig Stickstoff, dass der Salpetergehalt nicht bemerkbar ist; es müssten dann auch alle durch Austrocknung entstandenen Salzlager salpeterhaltig sein, während doch die Salpeterlager nur auf sehr wenige Regionen beschränkt sind."

Ich halte die Einwände, welche mir von erfahrenen Leuten gemacht wurden, die an Ort und Stelle die Verhältnisse kennen gelernt haben, für wichtiger als Einwände, die vom grünen Tisch kommen, und habe sie daher alle berücksichtigt. In San Rosario und La Plata lernte ich dann noch die Paläontologen und Geologen Santiago Roth und Rudolf Hauthal kennen, welche in Patagonien und sonst in argentinischen Gebirgen viel gereist sind, und bat sie um ihre Meinung. Darüber schrieb ich in meinen Reisebriefen: „Hauthal hält meine Erklärung der Entstehung des Chilisalpeters für richtig und bestätigte mir auch von den Guanacos, der anderen wilden Art oder Rasse der Lamas, dass sie im Ventana-Gebirge, Provinz Buenos-Aires, ihren Mist gesellig auf isolirte Haufen ablagern; er sagte mir auch, dass sie nach Berichten der Einheimischen früher in ungeheuren Mengen in den Cordilleren vorkamen und in Patagonien noch so häufig seien; er selbst habe Herden bis zu 100 gesehen; Roth und Machon berichten von ihrer Reise am Rio Limay, dass sie Herden bis zu 1000 und mehr gesehen haben. Er erinnerte sich, diese Misthaufen auf steinigem Terrain nahe Gewässern gesehen und umliegenden Kalk weiss incrustirt, wahrscheinlich von Kalk-Salpeter, beobachtet zu haben. Nach Herrn Santiago Roth sind manche Misthaufen bis 150 Fuss lang."

Nach Brehm (Thierleben 1877 III, S. 78, 79, 90) kommen die wilden Lamas in Rudeln nicht selten von mehreren hundert Stück vor; Darwin hat einmal eine Herde von mindestens 500 Stück gesehen; sie sind ausgeprägte Steppen- und Hochandenthiere, welche sich sogar an den Genuss salzhaltigen Wassers gewöhnt haben und es ebenso gern, vielleicht noch lieber als süsses Wasser trinken. (Salzige Tümpel und Lagunen sind dort in den Pampas sowohl als auf den Hochplateaux, sogar manchmal in den höchsten Thälern der Cordilleren eine für das trockne Klima characteristische und nicht seltene Erscheinung.) Die Lamas meiden die feuchtheissen Regionen, wo sie zu Grunde gehen. Zur Zeit des Inkas wurden grosse Treibjagden jährlich einmal abgehalten, wobei oft bis gegen vierzigtausend dieser Thiere zusammengetrieben worden sein sollen. — Durch den Genuss von Salzwasser dürfte wohl der Lamamist und Urin schon im Leibe salpeterhaltig werden; jedenfalls erhalten durch diese sonderbare Anpassung der Lamas an Salzwasser, ihre Ausscheidungen auf den Misthaufen gleichzeitig den zur weiteren Salpeterbildung nöthigen Natrongehalt, selbst dort wo er nicht schon vorhanden ist.

Dass Salpeter aus Mist entsteht, ist nichts Neues: in den Salpeterhöhlen entsteht er aus dem Mist, den Fledermäuse und Vögel, die in den Höhlen hausen, fallen lassen. Der Kehr-Salpeter in Ungarn wird [illegible] Dünger der in der Pussta weidenden zahlreichen Viehherden zurück[illegible] geführt; er findet sich dort, wie in Naumann-Zirkel's Mineralogie zu lesen ist, aber nur in der unmittelbaren Nähe der Dörfer und Bauernhöfe auf einem Raume von 130 Quadratmeilen.

Im tropischen Ostafrika sind neuerdings Salpeterlager entdeckt worden, *die sich wohl* nur auf Antilopen zurückführen lassen, von denen na

Brehm verschiedene Arten die Eigenschaft isolirter Absetzung der Losungen besitzen. Der ostindische Salpeter erscheint nach der Regenzeit als Efflorescenz auf Boden, welcher an animalischen Stoffen reich sein soll: im zoologischen Garten zu Dresden habe ich eine Antilopenart aus Ostindien gesehen, die ihren Mist auch streng nur auf einen einzigen Haufen anlegte, es ist die in Ostindien verbreitete Antilope picta.

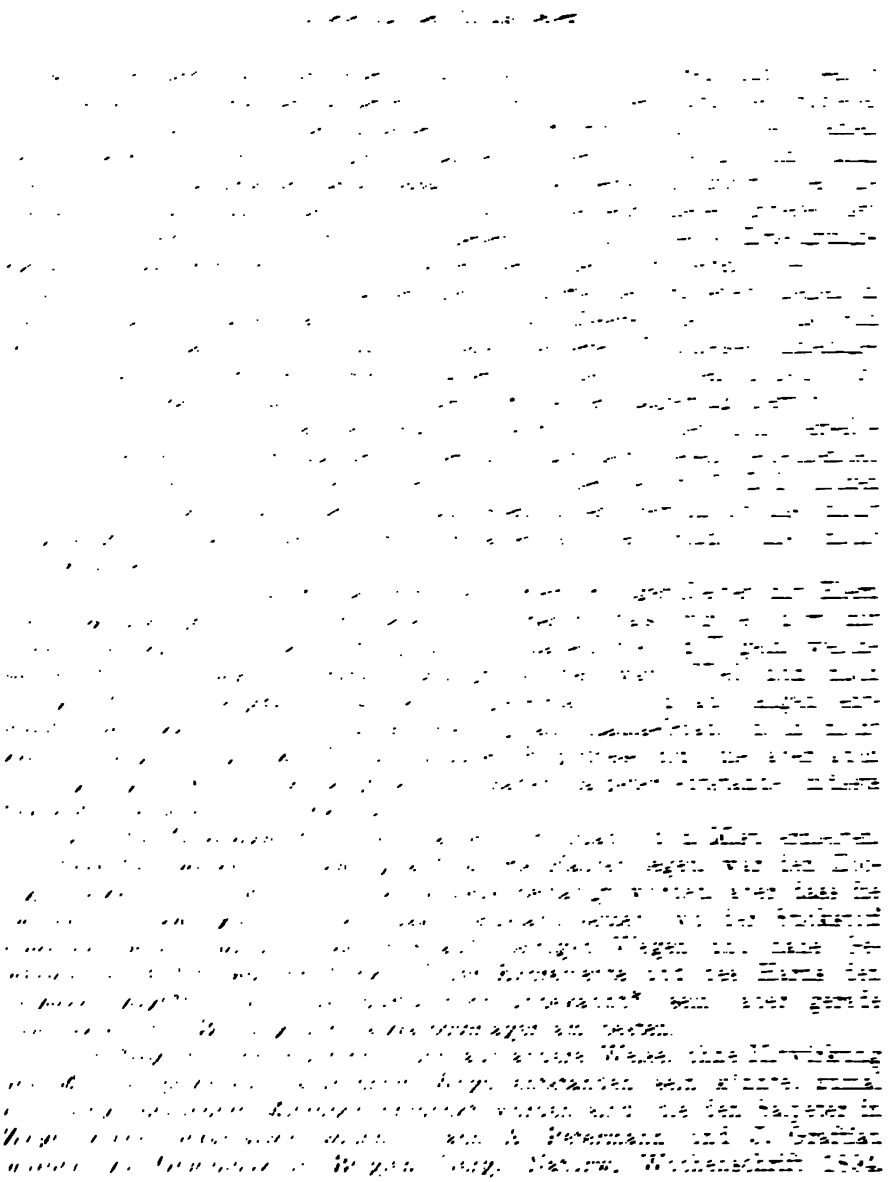
Prof. Dr. Ernst Huth in Sammlung naturw. Vorträge 1886 „Ueber die Einwirkung der Organismen auf die Bildung der Mineralien" stellt die Hypothese der Bildung des Natronsalpeter aus Vogel-Guano auf: 1. wegen der Analogie mit Kali- und Kehrsalpeter, 2. weil die Gegend des Hauptauftretens des Vogel-Guanos und der Salpeterlager dieselbe sei, 3. weil unveränderte Guanosubstanz mitten in der Salpeterlagern Chiles vorkomme. Er beziehe sich dabei auf Wagner-Fischer, chem. Technologie 1886 S. 176, wo stehe: „In der Atacamalagern caliches enthält der Salpeter Verunreinigung durch unlösliche Erdtheile und organische Substanzen, unter anderen Guano." In der späteren Ausgabe von 1889 ist dieser Passus ausgelassen. Soviel mir bekannt, befinden sich die Lager von Vogel-Guano blos an der Küste, bezw. auf den Inseln, also nicht dort, wo die Salpetersalze vorkommen, und die Angabe eines Guanofundes in den Salpeterlagern ist mindestens unrichtig verallgemeinert worden. In dem Salpetergebiet, das ich kennen lernte, lagerten die salpeterhaltigen Salze unter der oberflächlichen Salzschicht der schiefen Ebene, und ist kein Guano dort bekannt. Nachdem nun E. Huth die zweite* von

---

* Seine erste Salpeterhypothese hat Ochsenius in Zeitschrift der deutschen geologischen Ges. Band 38 (1886) S. 766 entwickelt, wonach zugewehter Guanostaub daran schuld sein soll. Wenn er auch noch S. 912 schreibt: „Meine Erklärung der Bildung des Natronsalpeters aus Mutterlaugensalze mit Natriumcarbonat mit eingewehtem Guanostaub ist demnach vollkommen richtig und unangreifbar", so hat er doch dieselbe, ebenso wie seine zweite Salpeterhypothese, schon aufgegeben. Er stellte sich dabei vor, dass Salzlager in Meeresbuchten mit Barrenverschluss sammt Meereswasser auf 4000 m gehoben wurden und die Laugen später bergab gelaufen seien.

Ausser dieser wunderbaren Hypothese führt er als Beweis für die Hebung der Anden auch noch die folgende l. c. S. 772 auf: „Das Vorkommen von Bauwerken in Regionen, in denen heute eine Herstellung von ihnen, der Höhe und der davon abhängenden niederen Temperatur wegen nicht mehr möglich ist"; das betrifft (S. 768) Tiahuanco, wo die Bewohnbarkeit erst durch die Erhebung zu 4000 m, „wo Schnee und Eiswolken sich um die Herrschaft streiten", aufgehört haben soll.

Herr Dr. Ochsenius scheint die alte Hauptstadt Potosi mit 11 000, früher 150 000 Einwohnern) vergessen zu haben. Die Plaza von Potosi liegt nach Gmehling 4050 m hoch, während der Bergbau bis 4870 m hoch betrieben wird. (cfr. A. Gmehling, Metallurgische Beiträge aus Bolivien in Oesterr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen 1890 91). Colquechaca soll noch viel höher liegen. Die untere Grenze des ewigen Schnees beobachtete ich dort erst im Mittel von etwa 5500 m. Bei 3700—4500 m fand ich März bis April 1892) mittags durchschnittlich 25° C. Schattenwärme. In Oruro 3715 m hoch, fehlten in den Häusern meist sogar alle Stubenöfen, und sind die Zimmereinrichtungen des Hotels nach südeuropäischer Art. Ueber kein Land ist soviel gefabelt worden und erhält man so wenig zuverlässige Auskunft als über Bolivien mit seiner creolisch-indianischen Kultur und seinen sparsamen Europäern. Wenn die dünne Luft nicht wäre, liesse es sich für Nordeuropäer ganz angenehm bei 4000 m dort oben leben. Im westlichen Bolivien bis 3800 m, an geschützten Stellen noch höher, gedeihen, wo die nöthige Feuchtigkeit vorhanden ist, die Indianercultungewächse: Quinoa, eine Culturvarietät unseres Chenopodium album, Tropaeolum tuberosum, Oka = mehrere knollentragende Oxalis-Arten, auch Kartoffeln; ferner wird an geschützten Stellen Gerste und Luzerne (Medicago sativa) in dieser Höhe noch felderweise gebaut, und wenig tiefer gedeiht schon der Mais. Bei 4000 m ist es durchschnittlich noch wärmer als in Berlin. Dass aber die Herstellung grosser Bauwerke bei einer solchen Temperatur möglich ist, dürfte Berlin doch Herrn Ochsenius beweisen. Ebensowenig ist das Wasser der Punaseeen im Sommer eiskalt, sodass recht wohl Brut von Allorchestes-Arten durch Seevögel dahin verschleppt, darin gedeihen könnte, was Ochsenius bestreitet. Manche Seevögel, z. B. Seemöven leben auch auf Binnenseeen.



[illegible]

[illegible] Wochenschrift [illegible]

[illegible] die doch Kalisalpeter [illegible] müssten, so beruht das auf der falschen [illegible] Salzlager im Binnenlande Relicten gehobener Meeres[illegible] Standpunkt der Wissenschaft, trotz[illegible] immer und immer in verschiedenen Zeitschriften [illegible] der Wissenschaft Notiz zu nehmen. In allen [illegible] Salzlager, Salzanhäufungen und be[illegible] Capitel.)

*) Wenig oder den Meisten nicht bekannt dürfte auch die eigenthümliche Art des [illegible] sein, die ich indess nur einmal zufällig beobachtete. Das Weibchen legt sich dabei auf die Brust bezw. Bauchseite, die Füsse unterhalb knieend eingeschlagen; das Männchen agirt dann, indem es sich auf die Hinterfüsse niederlässt. Bei dem Liebes[illegible] sie sich mit ihren langen Hälsen.

[illegible] einer Jahr[illegible] [illegible] genannten Stickstoff [illegible] bis Bogenmass durch feuchte Niederschläge erhalten. Prof. [illegible] Frank hat sich [illegible] mit der Assimilation der Organismen beschäftigt und bezweifelt [illegible] die Berichte der deutschen Bot. Ges. [illegible] Jahrg. [illegible] S. [illegible] und ebenso Ernst Bur[illegible] [illegible] die Notwendigkeit der Microorganismen bei der Salpeterbildung. Wenn dies in Stande wäre, Salpetersäure zu verbinden, müsste die Salpeterfrage ein weiterhinterer sein. Aber die passt nicht zur Bildung des natürlichen Salpeters in erheblicher Menge, welche parallel mit der Entstehung von Chloriden von Natrium oder Kalium geht und bereits Kalisalpeter mit wenig Perchlorat begleitet ist, während Natronsalpeterlager bisher überhaupt nur in Chile mit der Westküste der Andes von 20—25° südl. Breite, Vorg. Mexiko in [illegible] Republik de Chile von Ophir und Polakowsky mündlich von [illegible] Opitz, Leipzig-Neustadt [illegible] vorkommen, wo sie wie wir in erster Linie zeigten, schon im Diluvium mit der übrigen Salzlagern entstanden und infolge der wüstenartigen Trockenheit seitdem erhalten wurden, während die neueren Salpeter- und Salzlagerbildungen auf der höher Pampa durch die winterlichen Niederschläge immer wieder gestört wurden und sich [illegible] weiter zu erforschen sind. Wenn auch die Bildung grosser Salzlager nur oder nicht ausgeschlossen ist, so sind sie doch unbekannt und wenn Ochsenius von [illegible] spricht, so verwechselt er damit die nur 30 m starken Salzlagen in der beherrschenden Ausnahmewüste.

Einige der alten Chilisalpeterlager lassen noch jetzt auf der citirten Karte von Opitz und Polakowsky die alten, jetzt trockenen, Wasserläufe erkennen, welche das salpeterhaltige Wasser für die austrocknenden Salzsalpeterlagunen allmälig zuführten, namentlich zwischen den 20° und 22° südl. Breite, wo die grossen trockenen Flussbetten nach den centralen Salzbecken zusammenlaufen, welches sich zwischen der Küstencordillere, die früher also 3000 m höher anzunehmen ist, und der noch höheren Westcordillere befindet.

4. Verkieselungen und Versteinerungen von Hölzern.

Gegen die von mir entdeckte und im „Ausland“ 1880 S. 669—672 und 684—689 zuerst erklärte Verkieselung der Bäume in situ hat Herr Dr. A. Rothpletz im „Botanischen Centralblatt“ vom 4. Febr. 1892, Band 59, S. 114 u. 115 als vorläufige Notiz und im „Ausland“ vom 27. Febr. 1892 S. 132—134 ausführlicher geschrieben; er meint, meine Beobachtungen und Folgerungen widerlegt zu haben. Die angebliche Widerlegung vernachlässigt jedoch die Fundamente meiner Darstellung des Verkieselungsprozesses und basirt auf falschen Behauptungen. Er nennt es eine unmögliche Voraussetzung, dass durch verholzte Zellwände die Einlagerung der Kieselsäure in der Zelle stattfinden könne, hat aber doch selbst einen Baumstamm in einem alten Geysir-Sinterkegel gefunden, von dem er schreibt: „Die Zellräume und die gehöften Tüpfel der Wandungen waren fast vollständig mit amorpher Kieselsäure angefüllt, aber auch da waren die Zellwände noch erhalten.“ Also er constatirt selbst die von ihm angezweifelte Einlagerung von Kieselsäure in den Zellen. Wie kann man sich nur so gedankenlos widersprechen!?! Ferner behauptet er, meine „Voraussetzung“ des capillaren Aufsteigens im todten Holze sei unmöglich. Nun habe ich l. c. S. 686 genau dasselbe als unmöglich anerkannt, aber durch Experiment nachgewiesen, dass, wenn der Prozess am lebenden, noch frischen Holz eingeleitet wird — wie es thatsächlich bei den Geysirs der Fall ist, wo der Prozess nur bei Baumgruppen stattfindet, zu denen das Geysirwasser fliesst — das capillare Aufsteigen in Holzstämmen bis zur Spitze stattfindet, sodass also bei continuirlichem, bezw. kurz intermittirendem Zufluss kieselhaltigen Wassers der Prozess nicht mehr unterbrochen wird, selbst wenn der dadurch getödtete Baum Rinde und Aeste verloren hat. Das kieselhaltige Geysirwasser steigt dort nach direkten Beobachtungen capillarisch bis zum Gipfel der Bäume empor und verändert, sie silicificirend, das Holz in genau derselben Weise, wie wenn man frische Zweige in das Geysirwasser hineinlegt; und zwar geschieht diese Veränderung der Baummasse oft an Stellen, wo kein Geysirwasserstaub hinfliegt.

Rothpletz verschweigt dieses fundamentale Experiment, um seine Beobachtung, dass manchmal vom Geysirwasserstaub benetzte Nadelholzbäume mit Kieselsinter incrustirt werden, zu der sicher unrichtigen Erklärung auszunutzen, dass sich dadurch die dortigen Verkieselungsverhältnisse, die er als Incrustationen auffasst, erklären liessen. Das passt aber nicht im Geringsten auf den Verkieselungsprozess der Stämme in jenem Geysirgebiet; denn

1. verkieseln die Bäume auch dort, wo kein solcher Wasserstaub hinkommt;

2. kann der Wasserstaub die Bäume nur einseitig und stellenweise berühren; die Capillarität müsste also doch noch mitwirken, da die Stämme dort ringsum und von oben bis unten gleichmässig weiss von der anfangs

erweichenden Kieselsäure verändert sind. Die verkieselten Stämme sind niemals einseitig verkieselt, dagegen oft xmal höher verkieselt als im Mittel die Geysirstrahlen hochsteigen.

3. Die Rinden von Sequoien, deren verkieselte Stämme ohne Rinde im Nordosten des Yellowstone-Parkes und in Californien und Arizona gefunden wurden, sind bis 2 Fuss dick; durch solche Rinden hindurch kann selbst heisses Wasser keinen Schaden anrichten, geschweige denn der halbkalte Wasserstaub der Geysirs. Nur wenn heisses Wasser von unten den Baum tödtet und aufsteigt, ist die Verkieselung solcher Riesenbäume mit Abfall der Rinde erklärlich.

4. ist der Wasserstaub keine gleichmässige Erscheinung, denn er wird je nach dem Winde bald dorthin, bald anderswohin geweht. Hätte Rothpletz die Cronau'schen Bilder über die Geysirs gesehen, der zuerst die weissen, nackten, halbverkieselten Baumgruppen und anderseitig die lebenden Baumgruppen exact abbildete (vergl. z. B. Rud. Cronau, Amerika, die Geschichte seiner Entdeckung, 1892 II S. 493), so würde er bemerkt haben, dass der Wasserstaub nicht nach den weissen silicificirenden Stämmen, sondern nach dem lebenden Wald zu gerichtet ist, und diesem nichts geschadet hat. Diese Abbildung steht in direktem Widerspruch mit der Rothpletz'schen Annahme.

5. Wenn ein vereinzelter Baum trotzdem im lebenden Walde abgestorben von Rothpletz gesehen worden ist, so ist dieser Baum aus anderen, sonst vorkommenden Ursachen, wie es überall auch ohne Geysirs passirt, abgestorben; das Absterben der Bäume durch Verkieselung ist aber ein Prozess, der Baumgruppen, nicht einzelne Bäume blos trifft.

6. Angenommen, ein Baum sei abgestorben und werde regelmässig von kieselhaltigem Wasserstaub beweht, so müsste der abgesetzte Sinter die Rinde incrustiren und festhalten; sollte sie aber doch noch abfallen, so ist inzwischen das Holz todt und das capillarische Eindringen im Holz findet ja, wenn es in todtem Holz beginnt, nicht statt, wie ich mit Rothpletz übereinstimme.

7. Das angebliche Incrustiren von Stämmen trifft nicht für die von mir beobachteten Fälle im Verkieselungsprozess befindlicher Stämme des Geysirgebietes zu, entspricht auch nicht petrefaktischen Funden verkieselten Holzes.

Es ist durchaus keine Spekulation von mir, sondern directe Beobachtung, dass die halbverkieselten Baumstämme genau so beschaffen sind, wie in's Geysirwasser gelegte frische Zweige, und wenn Rothpletz schreibt, dass in die Zelllumina nur selten etwas Kieselsinter eingedrungen ist, dagegen bei einem im Geysirsinter eingebetteten Stamm die Zellräume fast vollständig damit erfüllt waren, so hat er eben nur eine Probe von einem aufrecht verkieselnden Baume untersucht, der im Anfang des Verkieselungsprozesses war, aber nicht im geringsten meine Darlegung widerlegt.

Wenn Rothpletz im botanischen Centralblatt von mir sagt, ich hätte „die Einleitung der Verkieselung durch Verdrängung der Zellmembranen durch amorphen Quarz" behauptet, so legt er mir Nonsens unter oder urtheilt über etwas, was er nicht ordentlich gelesen hat. Die Verkieselung wird eingeleitet durch Zufluss des Geysirwassers nach den lebenden Bäumen; in diesen steigt das Wasser capillarisch in die Höhe und setzt das Kieselhydrat in den Zellen ab; der Baum stirbt ab und wirft die Rinde ab, aber bleibt infolge des stetigen Wasserzuflusses und stetigen capillaren Wasseraufsteigens feucht; das Abfallen der Rinde beschleunigt die Verdunstung, also auch den Silicificationsprozess; die Zellmembranen verwesen

successive, in der Peripherie zuerst, schlass der Baum ausser weich wird: an Stelle der verwesenden Zellmembranen tritt später ebenfalls Ablagerung von Kieselsäurehydrat. Schald aber, wie es oft geschieht, der erweichte Baum umgeworfen wird, wobei die Zellwände sowie der Kern des Holzes noch nicht verkieselt sind, erhalten wir nur partielle Verkieselung mit braunkohlenartiger Umbildung oder Verwesung des noch nicht verkieselten Holzkernes und der noch nicht verkieselten Zellwände, falls nicht sonstige Kombinationen von Versteinerungen noch eintreten.

Wenn es nun Rothpletz merkwürdig findet, oder wenn er gar schreibt, dass meine Anschauung nicht auf thatsächlichen Beobachtungen beruhe, weil ich l. c. S. 673 geschrieben habe: „Ich selbst habe in der kurzen Zeit meines Aufenthaltes in der Geysirregion keinen versteinerten Wald, der aus ganz erhärtetem Gestein bestand, gesehen", so muss ich ihm erwidern, dass ich eine Menge thatsächlicher, aus den Verkieselungsprocess bezüglicher Beobachtungen gemacht und publicirt habe, die Rothpletz allerdings übergeht, und dass dieselben nicht das Fehlen einer Beobachtung umgewerfen werden; aber im „Auslande" l. c. Seite habe ich Ihnen selbst angegeben, dass ich ausser Bäumen im weichen Verkieselungszustand auch härter verkieselte Bäume beobachtete, und in Anschluss an meinen von Rothpletz zitirten Satz l. c. S. 67, gebe ich Ihnen die bestätigende Angabe von Dana, der berichtet in Stein verwandelte verkieselte Bäume in situ gruppenweise dort beobachtet zu haben, der die Verkieselung in allen Stadien dort gefunden hat und die Bestätigung von Hilzers, wenn man dessen thatsächliche Beobachtungen nur verstehen. Andere haben das auch später beobachtet, z. B. schreibt Herr A. S. Wilson in Harpers Illustrated Magazine of Science and Industry, London, February 1884, S. 60 in seiner Abhandlung über Fossil Wood: „In the vicinity of some of the geysers in the Yellowstone Park in North America trees still exist in all stages of petrifaction may be seen.

Ferner hat — was Rothpletz selbst nicht entgangen sein wird — Herr Dr. H. Jene in Schwalenstock in Siebenbürgen 1883 S. 9 u. 11 publicirt, dass er ein wie ein schalenes Stück abblätterndes Kieselholz, welches von umgebenden Stämmen selbst des Petrifizirens stammte, mit Schwefelsäure behandelt hat, wobei Kieselsäurelamellen entstanden, welche er mittelst der Analyse der Asche in Form sie erhalten, darstellen.

Bestimmt verwundert muss mich es haben, dass Rothpletz mit den meinen analogen Beobachtungen und Experimenten Hilzers, die in der Literatur Jedermann zugänglich sind, so wie dass er im Auslande die Bestätigung meiner Schlussworte für den versteinerten Wald von Lamar in meiner Erklärung des Verkieselungsprocesses gefunden hat, vermisst, dass er in seiner vielfachen Notiz in geologischer Zeitschrift meiner Hilzers für meine Anschauung im „Auslande" Erwähnung gethan hätte. Aber hatte er bedacht, dass der Petrifizirungsprocess schon 1883 H. H. Jene in Siebenbürgen gefunden [illegible] schalen [illegible] Verkieselung [illegible] dass [illegible] Schwefelsäure [illegible] gezeigt [illegible] ganz [illegible] hätte man [illegible] Schlussworte [illegible] Schluss [illegible] Seite.

Die Bestätigung der Schlussworte [illegible] Seite

die lange Angabe, dass die Stadt von der [illegible] Nil-Arm umflossen. Ferner hat Schweinfurth ausser Papyrus auch hohes Gras zur Verfügung angenommen, obgleich Lord [illegible] es [illegible] nicht mochte. Wie Lord sich das [illegible] denkt, bleibt [illegible] uns im Dunkeln, es gibt verschiedene Bilder [illegible] und [illegible] Fahrt. Weil [illegible] das heisse [illegible] Wasser [illegible] der Nähe nach der verschiedenen Stärke [illegible], muss es in verschiedenen Distanzen auch verschiedene maximale [illegible] Nebelentwickelung [illegible]. Was nun die Farbe des Nebelmeeres in Egypten betrifft, so muss es nicht gerade ins Auge fallen, da [illegible] Nebelmeeren [illegible] oder [illegible] [illegible] [illegible]

das ungleichmässige, Wasserläufen, aber nicht einer Submersion entsprechende, also nicht stratenartige, sondern perpendikuläre Vorkommen dieses glasigen Sandsteines, senkrecht abwechselnd mit noch losen Sanden als Beweis anführt. G. Schweinfurth (in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. 1882 S. 139—145 t. 6 u. 7) wendete sich gegen die Fraas'sche Theorie eines Kiesellaugebassins von der Grösse wie Italien, welches local unmöglich sei und die verkieselten Bäume Egyptens nicht erklären könne, und führt aus, dass nur wie im Yellowstone-Park weitverbreitete Geysirs und heisse kieselhaltige Quellen, die bald hier, bald da im Laufe der Zeit hervorbrechen, diese Erscheinung zu erklären vermögen. „Wo die kieselhaltigen Wasser ihren Weg nahmen, wurde der Sand zusammengebacken zu der glasigen Masse, die den Gebel-Ahmar-Stein auszeichnet." „Nur saftleitende, halbwegs frische oder lebende Stämme unterliegen dem Prozess in vollständiger Weise. Die Pfeiler der Trojansbrücke bei Belgrad sollen nur $^1/_2$ Zoll tief von aussen her verkieselt sein. Gegen die Annahme einer Herabflössung der Stämme und ihrer Anhäufung in einem kieselhaltigen Wasser spricht wohl vor allem die Masse und die räumliche Ausdehnung des fraglichen Gegenstandes." „Beachtung verdient auch noch der Umstand, dass nie Stammstücke mit daran haftender Einhüllungsmasse gefunden werden, was auch für die Verkieselung des Baumes bei Lebzeiten desselben in situ spricht, ebenso wie das Fehlen der Rinde, die ja beim Einbetten haften geblieben sein müsste" etc. Schweinfurth schreibt ferner, dass ich (O. Kuntze) den Vorgang der Verkieselung 1880 in „Ausland" in ganz überzeugender Weise ausführlich behandelt habe. Solms-Laubach hebt noch die Uebereinstimmung des von mir dargestellten Verkieselungsprozesses, wobei der Stamm zuerst weich wird, und manchmal umfällt, mit der geologischen Thatsache hervor, dass verkieselte Stämme manchmal Eindrücke von Kieseln zeigen, die nur durch von mir entdeckte Verkieselung der Bäume in situ erklärlich sind. Vorgeahnt ist eine Verkieselung durch heisse Quellen für Bäume, wenn auch nicht in situ, durch Istier nach einem Citat von Sickenberger 1874 (Montpellier) in einem Artikel „Sur les fôrets petrifiées", den ich bis jetzt noch nicht gesehen habe.

Wenn Rothpletz meint, nur ein Fall von aufrecht stehenden verkieselten Wäldern in situ sei bekannt, so muss er meine Ausführungen im „Ausland" S. 684—686 und Phytogeogenesis S. 195—197 (ein Werk, das ich ihm behufs Referat für das botanische Centralblatt sandte, welches Referat aber so lückenhaft und entstellend war, dass ich es ergänzen musste, was im Band XV S. 392—399 geschehen ist) recht flüchtig überlesen oder vergessen haben. Es sind verkieselte Wälder in situ zum Theil mit verkieseltem Waldboden, zum Theil auf Bergen, zum Theil stets ohne spätere Einbettung bekannt geworden ausser vom Yellowstone-Park: von Chemnitz, Radowentz in Böhmen, von den Aleuten, von Banksland, in Californien (Sonoma). Phytogeogenesis S. 195 behandele ich die interessanten Fälle, wo von Menschen früher behauene Bäume nachher in situ verkieselten, wonach also dieser Silicificationsprozess gar nicht zu lange Zeit beansprucht. Auf S. 196 behandelte ich auch die in situ verkieselten Wälder von Sonoma, die nach einer gesehenen Photographie und nach mehreren Berichten nicht in Tuff eingebettet sind, während Andere auch von dort Tuffeinbettung vermuthen. Der Photographie nach war ein verkieselter Baum 22 m lang, 3,4—2,6 m dick, also etwa 10,000 Ctr. schwer; derselbe war nach der Verkieselung umgefallen, denn die zusammengehörigen Bruchstücke lagen neben einander und neben dem aufrecht stehen gebliebenen untersten Theil mit dem Wurzelstück.

Neuerdings hat J. J. Friedrich von dort — vergl. Just bot. Jahresbericht XVII² S. 344 — einen Stamm von 60 m Länge und 1,5 Durchmesser beschrieben. Dass solche Kolosse, die überhaupt keines Transportes fähig sind, nur in situ verkieseln konnten, ergiebt sich schon aus ihrer Masse, und wenn sie anderwärts in Tuff eingebettet wurden, so ist das eben eine nachträgliche Erscheinung. Ohnehin entsteht im Tuff nur zeolithische Versteinerung und das auch nur minimal für Zweigbruchstücke. J. J. Friedrich bemerkt, dass bei diesen verkieselten Bäumen auch Koniferenzapfen und andere vegetabilische Fragmente lagen; das ist also entweder verkieselter Waldboden, oder es sind kleine Fragmente oder beides zugleich, wie das auch bei einem in situ verkieselten Baum von Chemnitz der Fall war, den Sterzel beschrieb, worüber ich im „Ausland" 1880 S. 684 referirte. Dieser Baum war nur zum kleinen Theil in Tuff gebettet. Wenn aber der Tuff dort oder in Calistoga weggeschwemmt worden wäre — da doch der verkieselte Stamm frei von Tuff ist —, so hätten doch zunächst die kleinen verkieselten Fragmente verschwinden müssen.

Die phantastische, von Rothpletz nebenbei erneuerte Tuffverkieselungstheorie, welche fortwährender Hebungen und Senkungen des Terrains, sowie abwechselnder See- und Landbildungen — vergl. Ausland 1880 S. 670 — bedarf, wobei die Baumstümpfe in situ geblieben sein sollen (!), ist schon deshalb unhaltbar, weil die Verkieselung von Bäumen anderorts ohne Tuffeinbettung, z. B. in Egypten, unzweifelhaft ist. Auch für die partiell in Tuff eingebetteten Kieselhölzer von Chemnitz habe ich im „Ausland" 1880 S. 684 u. 685 klar dargethan, dass der Tuff unschuldig an der Verkieselung ist. Gleichwohl wiederholt Rothpletz den alten Irrthum. Wenn verkieselte Stämme im Tuff liegen, wie es manchmal in Nordamerika vorkommt, so ist der Tuff erst nachträglich aufgeschüttet worden, nachdem die Bäume schon in situ versteinert waren. Es geht dies schon daraus hervor, dass die Rinde fehlt, keine Cementation mit dem Tuff stattfand, und die verkieselten quer auf die Faser zerbrochenen Stücke im Tuff liegen, oft sogar die zusammengehörigen Stückchen eines Stammes nebeneinander. „Im Chalcedony-Park in Arizona, welcher verkieselte Wald etwa acht englische Meilen südlich von Station Corriza am Lithodendron Creek auf einer Fläche von 2000 Acres in drei getrennten Abtheilungen liegt," schreibt Dr. Gurlt in Verhandl. des naturw. Vereins der preuss. Rheinlande 1887 Band 44 S. 235—237, u. a., „liegen die Stämme in vulkanischem, wahrscheinlich gleichfalls trachytischem Tuffe nach allen Richtungen und in Stücken von allen Grössen. Stämme von 150 Fuss Länge sind oft in ebensoviele Stücke quer durchbrochen, als ob sie zersägt worden wären, daher die Brüche erst lange nach vollendeter Verkieselung stattgefunden haben können. . ." Wenn die Stämme im Tuff erst verkieselt wären, dürften die zusammengehörigen Stücke nicht mit dazwischen befindlichem Tuff entfernt von einander liegen. „Einige Stämme haben 150—200 Fuss Länge und bis 10 Fuss Durchmesser." Es betrifft das nach Lesquereux Sequoia Langsdorfii, aber die dicken Rinden der verkieselten Sequoien sind verschwunden, ehe die spätere Tuffeinbettung stattfand. Das ist eben nur bei oberirdischer Verkieselung in situ möglich. (Dasselbe ist der Fall mit dem versteinerten Wald von Calistoga, von dem ich, wie schon erwähnt, eine Photographie gesehen, wo der verkieselte umgefallene Stamm ohne Rinde neben dem aufrechten Wurzelstammstück in situ lag.) „Man schätzt," schreibt Dr. Gurlt weiter, „die Menge des verkieselten Holzes auf über eine Million Tonnen im Gewicht, doch sind die meisten so zerbrochen, dass nur einige hundert Tonnen zur industriellen Verarbeitung geeignet zu sein

scheinen; jedoch ist nur ein Theil durch Auswaschungen und Ausgrabungen blosgelegt." Diese massenhaften Stammbruchstücke widersprechen unbedingt der Verkieselung im Tuff; man müsste es denn für möglich halten, dass nicht versteinerte Baumstämme vor der Einbettung derartig quer auf die Faser zerspringen könnten. Die Verkieselung ist in Arizona meist sehr vollkommen und oft chalcedonartig, aber sicherlich, wie allenthalben, wo verkieselte Wälder entstehen, werden die beim Verkieselungsprozess leicht umfallenden und — weil noch weich, dann nicht zerbrechenden, — partiell verkieselten Stämme auch dort zum Theil unvollkommen verkieselte sein.

Desté in Comptes rendus ac. Paris, vol. 100 p. 1019 gab auch Nachricht über den Chalcedon-Wald von Arizona: un forêt dont les arbres, troncs, branches et racines ont été en entier transformé en pierre. Von Rinden wird also auch hier nichts bemerkt. In Dr. Carl Müller's Zeitschrift „Die Natur" 1894, S. 407, wird nach dem von mir noch nicht gesehenen „Mineral Resources of the United States 1893" auch über diesen verkieselten Wald referirt und zwar nach Mittheilungen der bekannten Geologen, bezw. Minenlehrer Prof. Lester F. Ward, Dr. J. W. Powell, G. Fr. Kunz und Dr. Alexis A. Julien; hiernach sind aber die verkieselten Bäume überhaupt nicht in Tuff, sondern, soweit sie nicht frei liegen, nur in Sandstein eingebettet, und die Verkieselung soll, weil „kein Baum seine Rinde behielt," in Binnenseeen vermuthungsweise stattgefunden haben — eine durch keine einzige Thatsache bestätigte Annahme —, wobei Pilze mitgewirkt haben sollen, weil dort zufällig einige verkieselte oder halbverkieselte Bäume solches Mycel erkennen lassen. Aber auf Tausend Exemplare wird kaum ein Fall mit Mycel vorkommen; in meiner reichen Sammlung verkieselter Hölzer ist kein einziges solches Exemplar. Die absolut vorherrschende Verkieselung von gesundestem Holze weist sogar darauf hin, dass die Verkieselung stets nur an lebenden Bäumen stattfand, denn abgestorbene, rindenentblösste Bäume sind nicht blos reich an Mycel, sondern auch reich an von Würmern und Käfern gebohrten Röhren, die man bei verkieselten Hölzern noch nie gefunden hat. Nach G. F. Kunz, referirt Karl Müller, sind nur manche Theile des Chalzedon-Parkes in Sandstein eingebettet, in anderen Theilen „liegen nahezu alle agatisirten Hölzer auf der flachen Ebene," sodass also deren Auswaschung aus der „Einbettung" nur eine Hypothese ist.

Wenn die verkieselten Baumstämme „im Muttergestein" lägen — wie Prof. M. Staub in Just's botanischem Jahresbericht (welcher nur Referate enthalten soll!) 1891 Band XVII II in vorgefasster Meinung versehentlich im Referat über F. H. Knowlton's Bericht über fossile Wälder des nordöstlichen Yellowstone National-Park hinzufügte —, und also im Muttergestein entstanden wären, so dürfte die Rinde nicht fehlen; auch sind unterirdisch versteinerte Stämme meist mit dem umgebenden Gestein cementirt und meist zusammengedrückt, was bei verkieselten Stämmen nie vorkommt. Die verkieselten Bäume von East Fork im Lower Bassin stehen wirklich meist uneingebettet in situ auf Abhängen von 4000 Fuss Höhendifferenz (vergl. „Ausland" 1880 S. 670) und die Einbettung „im Muttergestein" ist im Referat eingeschobene Phantasie. Ich gebe den Originaltext zu Staub's Referat aus „The American Naturaliste" XXI 1888 S. 254: The fossil forests of the Yellow Stone National Park. At the February meeting of the Washington Biological Society Professor Knowlton gave an account of a visit to these fossil forests, which are located mostly in the north eastern portion of the park, a locality rarely visited by tourists. The largest isolated trunk seen was 26 feet in circumference, without the

bark, and 12 feet in height. In the edge of a cliff trunks are exposed to a height of 30 feet. Specimens from about 300 of these trees are now being intendified. They represent about 20 Species including the genera Pinus, Sequoia, Taxus. — Prof. M. Staub hat 1890 in Földtani Közlöny XX, Budapest, S. 443—445, einen Auszug aus seinem Vortrag über verkieselte Wälder publicirt, wobei er schreibt, „dass uns Neumayr (Erdgeschichte I 399) erklärt, wie das die Baumstämme einschliessende Material selbst durch Einwirkung kohlensauren Wassers die zur Silicification nothwendigen Kieselsäureverbindungen liefere." Hierzu muss ich bemerken, dass Neumayr l. c. gar nichts von verkieselten Baumstämmen schreibt, und nur die altbekannte Zersetzung kieselsäurehaltiger Mineralien durch Kohlensäure unter Zurücklassung von Kieselsäurehydrat dort behandelt, ferner dass die Einbettungsverkieselungstheorie, wie ich gezeigt, unmöglich ist, durch nichts bewiesen ist und allen bekannten Thatsachen widerstreitet. Wie schwer ist es doch, alte Irrthümer auszumerzen!

Es giebt sicher noch mehr verkieselte Wälder in situ, aber die Autoren halten bei ihren Angaben über die versteinerten Wälder die verschiedenen Sorten von Versteinerungen nicht auseinander. Hierüber habe ich auch an citirter Stelle erst gewichtige Unterscheidungen eingeführt oder zum Theil wenigstens angedeutet, und will ich das hier weiter ausführen. Man hat bei versteinerten Hölzern zu unterscheiden:

1. Oberirdische Silicification: in situ oberirdisch verkieselte Bäume, die, wenn perfect verkieselt, beim Umfallen quer zur Faser glatt zerspringen, rindenlos (mit Ausnahme von Farnbäumen, die eine nicht korkhaltige Rinde haben), nie zusammengepresst und nicht mit Nebengestein cementirt sind; deren zusammengehörige Bruchstücke sind öfters noch nach dem Umfallen beieinander liegend gefunden, was unterirdische Entstehung auch ausschliesst. Durch perfecte oberirdische Silicification entstehen die dichten Kieselhölzer mit feinster Zellstruktur. Neben verkieselten Bäumen in situ finden sich manchmal verkieselter Waldboden und verkieselte Fragmente.

2. Plerolithosis liefert Plerodendren: Bäume oder Stammbruchstücke, welche in später erhärtenden Schlamm aufrecht einsanken, verfaulten unter Hinterlassung eines Hohlcylinders, und dieser Hohlcylinder ward durch erhärtende Sedimente oder anderes fremdes Material ausgefüllt; die Stämme sind meist nicht zusammengedrückt. Da ein tiefes Versinken im Schlamm nicht möglich ist, und die spätere Sedimentation bis zur Verwesung des Holzes auch meist nicht hoch ist, verwesen die Aeste bezw. die Baumkronen stets ohne Hinterlassung von Abgüssen. Versteinerte Nebenproducte fehlen stets. Plerodendren = Füllmassenbäume sind nur carbonisch.

3. Reine Zeolithisation in Tuffen durch heisse Wässer; sie lieferte nur kleine Objecte von Zweigen, aber eine gut erhaltene Zellstruktur. (Ausland 1880 S. 685, 687.)

4. Lignitische Zeolithisation; unterirdisch, mit liegenden, oft zusammengepressten Stämmen, welche meist mit der Nebenmasse cementirt sind; häufig, und mit schlecht erhaltener Struktur. Hierzu auch angeblich verkieselte Braunkohlenschichten. Wohl ohne heisse Wässer entstanden.

5. Pyritisation mit späterer Sideritisation = Metamorphose in Eisencarbonat; manchmal combinirt mit Nr. 2 und 4 oder 6.

6. Partielle Silicification: theilweise oberirdische Verkieselung in situ laut Nr. 1 mit Umfallen der Stämme, worauf entweder die noch nicht verkieselten Zellmembrane und der Holzkern der Baumstämme braunkohlenartig werden oder verwesten (poröse Kieselhölzer) oder auch Combinationen mit Nr. 4 oder 5 entstanden; welch' letztere gern in Alaun.

bezw. Eisenvitriol verwittern. Vergl. Ausland l. c. S. 687—688. Phytogeogenesis S. 197. Solms Palaeophytologie S. 2[illegible]. Zuweilen finden sie sich auch in Braunkohlenlagern, aber, wenn ohne Combination mit Nr. [illegible] oder [illegible] nicht damit cementirt, in diesen Lagern sind sie entweder an secundärer Stelle oder durch simultane Bildung von Braunkohlenlagern neben Silicification in situ auf Abhängen entstanden, wobei die halbverkieselten, oft umfallenden Stämme in die tiefer gelegenen, nebenan befindlichen Moore, also in entstehende Braunkohlenlager fielen.

7. Incrustationssilicification oder sinterartige Reliefenverkieselung von Waldboden oder von an kieselhaltige Quellen angeschwemmten Pflanzenresten (zuweilen am Strand entstanden). Dabei findet oberirdisch auf dem Terrain unter intermittirender Austrocknung und Ueberrieselung nicht blos Incrustation, sondern auch innere Silicification statt, die sich aber nur auf kleine Objecte beschränkt; manchmal bleibt dann sogar die Rinde an den incrustirten Holzbruchstücken. Vergl. Ausland l. c. S. 686, 689. Phytogeogenesis S. 195, 196.

8. Verkalkungen, ähnlich Nr. 7, aber auch unterirdisch.

Ob Pyritisation in Verkieselung metamorphosirt werden kann, ist noch näher zu begründen; unterirdische Verkieselung ist bisher noch nicht für pflanzliche Petrefakten bewiesen worden. Ausserdem kommen noch Incrustationen von Bernstein, seltene Versteinerungen und Ausfüllungen mit Bergkrystall, Kupfer, Vivianit, Flussspath, Phosphorit, Schwerspath etc., indess kaum für Hölzer in Betracht.

Solms-Laubach meint l. c. S. 30, ich hätte in unberechtigter Weise den Verkieselungsprozess in situ dahin erweitert, dass ich alle verkieselten Hölzer auf diese Weise erklären wolle; aber auch er hat meinen Artikel im „Ausland" und meine Phytogeogenesis nur partiell berücksichtigt; er führt selbst keine andere Verkieselungsart als die unter Nr. 1 und 6 und 7 von mir früher behandelte auf, und hat an Stelle meiner Erklärung der Füllmassenbäume, die ich 1880 im „Ausland" schon sehr ausführlich behandelt hatte, eine neue Incrustationstheorie aufgestellt, die ebenso wenig stichhaltig ist als die andere Incrustationstheorie von Rothpletz.

Solms-Laubach (l. c. S. 24 u. 25) schreibt zu dem von Grand' Eury gemachten Erklärungsversuch der eigenthümlichen Verhältnisse von aufrecht in Sedimenten eingebetteten carbonischen Bäumen „die Stümpfe sind vielfach hohl, auf die Rinde reducirt, mit Gesteinsmasse erfüllt, in welcher man häufig Abdrücke anderer Pflanzentheile findet," die, wie er vorher bemerkte, niemals in der Kohle wurzeln, dagegen in der Regel an der Sohle der Flötze quer abschneiden und oft ganz ohne Wurzeln sind, „dass temporäre Erhöhung des Wasserniveaus der Sammelbecken den flachen, sumpfigen Waldboden weithin überschwemmte, dass daher die Bäume abstarben und verwesten, bis sie endlich zusammenbrachen, und nur ihre Stümpfe unter dem Wasser stehen blieben," folgendes: „Bei dem Zurücktreten des Holzes und der succulenten Beschaffenheit der Rinde der carbonischen Bäume ist ein solches Verhalten wohl begreiflich. Dass dergleichen (sic! O. K.) in warmen Klimaten vorkommt, davon habe ich mich im botanischen Garten zu Buitenzorg überzeugen können, wo ein kolossaler Palmstamm, der nach Entwickelung seiner terminalen Inflorescenz abgestorben war, vor meinen Augen mit furchtbarem Geprassel in sich zusammenbrach. Wenn etwa die Erhöhung des Wasserstandes durch einen Einbruch des benachbarten Meeres in die Lagune erfolgt war — und dieses konnte bei der flachen, der Gebirgsentwickelung entbehrenden Beschaffenheit (sic! O. K.) der damaligen Landbildungen leicht geschehen, dann wurden natürlich

(sic! O. K.) über die kohlenerzeugenden Depots anorganische Sedimente abgelagert, die die Baumstümpfe des Beckenrandes einschlossen, ihr hohles Innere erfüllten, die bei localer Ausdehnung des Phänomens Bergmittel oder wenig mächtige Gesteinsbänke bildeten, bei grösseren Verhältnissen die ganze Ablagerung begraben konnten. Wenn diese dann ihr Wasser verlor, so konnte sie erstarren und in den Zustand der Kohle übergehen."

Hier hat der Palaeophytologe Solms eine eigene Hypothese über die Entstehungsweise carbonischer Gebilde aufgestellt; diese ist aber voller Widersprüche und unhaltbar:

1. Wenn eine grosse Wasserfluth wie ein Meereseinbruch stattfindet, so wird jeder Baum weggeschwemmt, zumal solche, die, wie die meisten Carbonbäume, keine Pfahlwurzeln hatten, die zum grösseren Theil schwimmend ohne echte Wurzeln waren, besondere Schwimmrhizone besassen oder angeblich nach Grand' Eury und Solms im Wasser oder auf sumpfigem Boden wuchsen und dann also noch weniger der Wasserfluth widerstehen konnten.

2. Palmen sind ohne Rinde und deshalb mit Carbonbäumen nicht in Vergleich zu ziehen. Bäume mit Rinde dagegen verlieren, wenn sie absterben, zuerst die Rinde, und dann verfault das Holz. Bei den Füllmassenbäumen war es dagegen umgekehrt: die Rinde blieb allenfalls als Kohle in der Peripherie erhalten, was nur dadurch erklärlich ist, dass der Stamm vorher in den Sedimenten versank; das Holz selbst faulte aus und hinterliess einen Hohlcylinder, der mit anderen Sedimenten später aufgefüllt ward.

3. Umgebrochene Bäume brechen nicht glatt ab, wie dies den Füllmassenbäumen (cfr. Bild S. 34) entspricht.

4. ist es unerklärlich, wie die am Ufer angeblich gebildeten Füllmassenbäume später über die Kohlenlager und noch dazu in aufrechter Stellung gerathen sind. Versteinerte Bäume auf secundärer Stätte sind niemals aufrecht, und können es auch nicht sein.

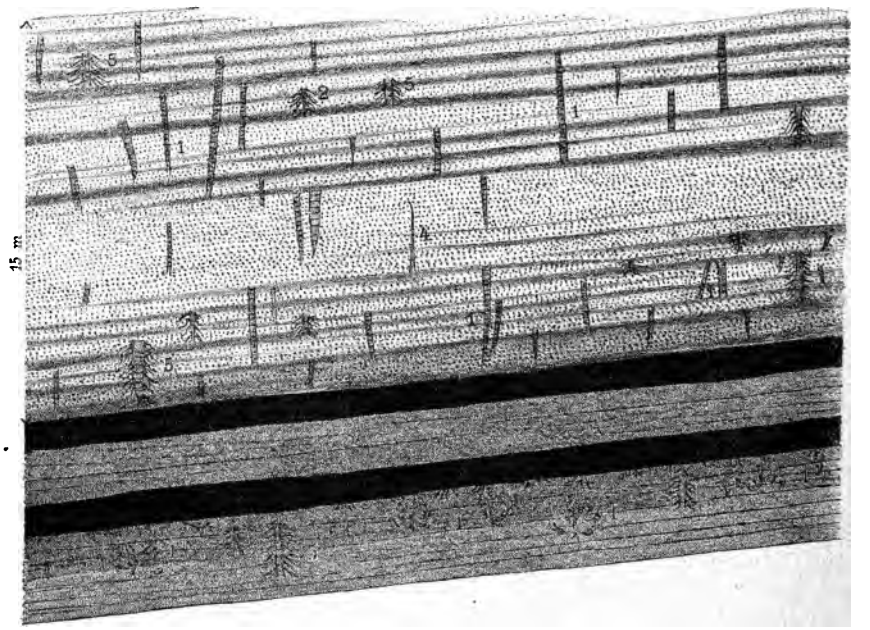
5. Das Kohlenmagma in den „kohlenerzeugenden Depots" war weich; dann musste es aber von den angeblich hereinbrechenden Meeresfluthen, die gewaltig gewesen sein müssen, da sie durchschnittlich 28—29 mal soviel Gesteinssedimente ablagerten, weggeschwemmt werden.

6. Der Verwesungsprozess der halbfaulen Baumstümpfe musste viel schneller vor sich gehen als das Umlagern „Incrustiren" mit Sedimenten, welche ihrer Höhe nach zum Theil viele Jahrhunderte beansprucht haben. Wenn man dagegen mit mir annimmt, dass Baumstämme der pelagischen, bezw. supermarinen Flora, deren Möglichkeit ich als Pflanzenbiolog unter Berücksichtigung aller mir bekanntgewordenen paläontologischen Thatsachen gründlich in meiner Phytogeogenesis nachgewiesen habe, durch Absterben oder irgend welche Beschädigung untergingen oder infolge zu grosser Entwicklung für ihre Schwimmfähigkeit oder die Tragfähigkeit schwimmender Moore versanken (wie das jetzt noch vorkommt,) und dass dabei diese Baumstämme in die noch weichen Sedimente einsanken,*) so konnten diese Sedimente erhärten und mächtiger werden, ehe das Stamm-Innere ausfaulte und die Bildung der Füllmassenbäume vor sich ging.

7. Die Ausfüllung der faulen, bezw. hohlen Baumstümpfe und die Umhüllung derselben mit Sedimenten soll nach Solms-Laubach gleichzeitig

*) Dass in ruhigem Wasser Baumstämme eine Zeit lang senkrecht einsinken, hat Fayol experimentirt; cfr. Comptes rendus des séances Ac. Paris 1884 XCIII S. 160—163. Er wendet sich damit gegen die Theorie, dass diese Bäume in situ am Land entstanden.

stattgefunden haben; dann müsste die angebliche Incrustation und die Ausfüllung auch aus gleichem Material bestehen. Aber die Füllmassenbäume bestehen meist aus ganz anderem Material als die umgebenden Sedimente, sind also ungleichzeitig. Abweichend von den Sedimenten, in welche sich die Stämme einsenkten, enthalten sie zuweilen mehrere ungleichartige Sedimente, Pflanzenreste, Meeresthierreste, Reste luftathmender Thiere und sogar einzelne Kohlenschichten. Das lässt sich eben nur durch eine nachträgliche Einfüllung aus einer supermarinen Flora mit ruhigster Sedimentation erklären. Vergl. Phytogeogenesis S. 199—203. In Nature XIX 521 beschreibt W. C. Williamson sogar den seltenen Fall (Arran), dass vulkanische Aschen über carbonischen Schieferthonen mit versteinerten Füllmassen-Bäumen lagern, deren Stämme bis auf die Rinde verschwanden und dann



Carbonische Plerodendren aus der Carrière du Treuil; nach Grand' Eury.
1. Calamites, 2. Psaronius, 3. Sigillaria, 4. Cordaites, 5. Calamodendron.

durch vulkanische Asche mit vielerlei hineingeschwemmten Carbonpflanzenresten erfüllt worden sind.

8. Vorstehendes Bild, das ich aus Grand' Eury Flore carbonifère du département de la Loire 1877, planche 34 entnehme, zeigt, dass die Stämme sich nicht auf einem Waldboden befanden; denn sie finden sich weder auf einer Ebene, in der sie mit Wurzeln eindringen, noch auf einer schrägen Abhangsfläche eines Waldbodens. Grand' Eury hat sich später selbst dagegen ausgesprochen in Gegensatz zu 1877, wo er die hier reproducirte und bezüglich der Wurzelverhältnisse stark idealisirte Abbildung zu den forêts fossiles stellte. Er nimmt jetzt nur noch eine Carbonsedimente liefernde Flora aus Wasser- und Sumpfpflanzen an. In Annales des Mines 8. Série, I 1882 S. 172—173, hat er ein besonderes Kapitel geschrieben: La *végétation houll*ière est exclusivement aquatique et marécageuse. Es ist *für die Wissenschaft* recht schade, dass Grand' Eury seine reichen Erfah-

rungen in Bildern wiedergiebt, die fast alle idealisirt sind; man kann oft schwer beurtheilen, was richtig, was idealisirt ist. So hat er z. B. auch die Wasserblätter von Stigmaria-Rhizomen (Stigmaria ficoides), welche gleichlang, spiralig geordnet, unverzweigt, gleichmässig ausstrahlend sind, in seinem Werke: Géologie et Paléontologie du bassin houillier du Gard 1891 planche III, fig. 21, als wirres, reichverzweigtes Wurzelwerk idealisirt, wogegen z. B. Renault & Zeiller in Etudes sur le terrain houillier de Commentry 1889 planche LXII. Fig. 1, dasselbe Object mit gleichlangen, unverzweigten, gleichmässig ausstrahlenden Stigmaria-Appendices = Wasserblättern gaben. — Aber selbst wenn man berücksichtigt, dass in obigem nach Grand 'Eury copirten Bild les racines sont exagérées pour les besoins de la cause (de 1877: „forêts fossiles"), so ergiebt sich doch aus dem Bild nur, dass es sich blos um im Schlamm versunkene Stämme handelt, die meist im ungleichen Niveau sich befinden und nur dann zufällig auf gleicher Ebene vorkommen, ohne aber in diese einzudringen, falls die einsinkenden Stämme auf eine härtere Sedimentschicht stiessen.

9. Die durch die Solms'sche Incrustationstheorie angeblich entstandenen versteinten Bäume oder „Incrustationen", wie sie Solms im offenbaren Gegensatz zu meinem Ausdruck Füllmassenbäume, bezw. Füllmassenstämme, nennt, sind selbst aus obigem Bild nur zum Theil aus Baumstümpfen erklärlich, zum grösseren Theil sind es grössere Stämme — nach dem von Grand'Eury gegebenen Maassen im reproducirten Bild sogar solche von 4—4½ m Länge, ohne Wurzeln, meist mit abgebrochenen unteren Stammenden. Die unverzweigten Stammstücke von Calamiten, welche Grand' Eury in obigem Bilde darstellt, haben zum Theil abgebrochene, zum Theil spitze untere Enden. Man darf aber letztere nicht für Wurzeln halten, denn sie sind doch nur aus einem Rhizom ausgegliedert, das mit sammt den Wurzeln fehlt; die heutigen Equiseten inseriren sich im Rhizom basal spitz oder stumpflich zugespitzt in ähnlicher Weise wie die Calamiten. Aber solche basal zugespitzte Stämme konnten abgestorben aus einem schwimmenden Matten um so leichter und tiefer in die weichen Sedimente sinken.

Ich denke, die Solms'sche Hypothese ist durch die neun dagegen angeführten Argumente gründlich widerlegt, und nur meine Erklärung der Füllmassenbäume passt zu den natürlichen Vorkommnissen. Selbstverständlich ist neben einer supermarinen Flora, die im Carbon möglich war und die Entstehung der nur carbonischen Füllmassenbäume leicht erklärt, auch eine limmische Flora am Strand flacher Meerbusen ausser Zweifel und vorhanden gewesen, aber letztere erklärt eben nicht die betreffenden Verhältnisse der Füllmassenbäume.

Um diese Füllmassenstämme, welche nur im Carbon vorkommen und nur durch eine silvomarine Flora erklärlich sind, (welche Füllmassenstämme so oft als versteinerte oder gar verkieselte Bäume und noch unrichtiger, trotz ihrer unregelmässigen Einbettung und vorherrschenden Wurzellosigkeit, als versteinerte oder verkieselte Wälder gehalten wurden,) mit einem wissenschaftlich international verwendbaren Namen zu bezeichnen, will ich sie Plerodendren und ihren Entstehungsprozess in Gegensatz zur Incrustation Plerolithosis nennen. Da Plerodendron postcarbon fehlen, ist dies zugleich ein Beweis für die von heutigen Bäumen total verschiedenen Lebensweise der meisten Carbonpflanzen; es waren eben silvomarine Bäume, die der Plerolithosis nur unterworfen waren.

Ist andererseits die oberirdische Silicification der einzige Entstehungsprozess für verkieselte Bäume in situ, wie ich behaupte, so ist das ein

sicherer Beweis für Landpflanzen, denn Wasserpflanzen konnten dann die Stämme nicht unterworfen sein. Wenn also Lepidodendren, wie ich [illegible] silurische Wasserpflanzen waren, so dürfen sie sich nie [illegible] wie die carbonischen aufhervorragenden Araucarien und gewöhnlichen Bäume finden. Das ist aber in der That der Fall, denn was Lepidodendren verkieselt [illegible] und nur ausschliesslich [illegible] durch innere Incrustationsillicification [illegible] Gäbe es aber auch eine unterirdische Silicificatio[illegible] Zellstructurerhaltung für versunkene oder eingebettete Bäume, so müssten solche verkieselte Bäume von Lepidodendren nicht fehlen.

Neben mikroskopische Apatitnadeln, die mehr als blosse Andeutungen im Quarz, Glimmer etc. der granitischen Gesteine vermissen und 0·1—0·5 Chlor enthalten, wie in Mineralanalysen des Apatits, Chlorapatit, Zirkel l. c. S. 55: Der als farbige Gemengtheile vorherrschende Apatit ist gewiss eines der ältesten Ausscheidungsproducte. S. 222: Die Dicke der mikroskopischen Apatit-Säulchen geht selten über 1 μm hinaus. Sie treten ebenso wie selbständige Gemengtheile auch wie namentlich auch eingewachsen in und umgewachsen von anderen grösseren Krystallen, insbesondere Hornblende, Augit, Magneteisenkörnern, in denen sie förmliche Skelette bilden. S. 224: Mikroskopischer Apatit muss zu den allerverbreitetsten Gemengtheilen der krystallinischen Massengesteine gezählt werden.

S. 316 nach Besprechung des Apatits im Quarz: Man ist übrigens erstaunt, gelehrte, welche nur bei der Betrachtung nur eines einzigen Vorkommnisses für ganz zufällig und unwesentlich hält in den Granitquarzen der verschiedensten Länder ein grosses Constantes wiederfinden. —

Im Feldspath der Urgesteine als gleichzeitig mit Quarz und Glimmer entstanden, muss auch Chlor, wenn auch nur gering enthalten sein, trotzdem es die gewöhnlichen Analysen vernachlässigen. Zirkel l. c. S. 55 giebt an, dass Pfaff in granitischen Feldspathen Chlor fand. —

Dr. A. Schenck weist 1889 in d. Verhandl. des deutschen Geographentages S. XX, die Folgerung zurück, dass der Salzgehalt der Namib-Wüste eine frühere Meeresbedeckung beweise. Vielmehr sei dort eine subaërische Bildung mit einfachem Wüstenverwitterungsschutt, nicht aber eine maritime Bildung. Der Gips-, Salz- und Kalkgehalt erkläre sich leicht durch Ablagerung aus stehenden Gewässern und Salzseeen, ähnlich den Schott's Algeriens. Prof. Walther 1893 l. c. 141 schreibt: „Die Hypothese des Saharameeres ist endgiltig widerlegt, und es kann auch wohl nichts ungereimteres geben, als wenn ein Naturforscher die Erscheinungen eines wasserlosen Gebietes durch die Annahme einer Meeresbedeckung erklären will." Also Wüstensand ist nach Walther kein Meeressand, Wüstensalz kein Meeressalz. Lichtvoll giebt er die Bildung des Utahsalzsees, die ich kürzer wiedergeben möchte: Horizontale Einschnitte in den Gebirgen und Terrassenbildung hoch über dem und um den Salt Lake kennzeichnen die Ufer des alten Binnenmeeres, das Gilbert u. A. studirten und Lake Bonneville nannten. Das Binnenmeer fand durch den Red Rock Pass nach Norden partiellen Abfluss seiner durch die Regen erneuerten Wassermassen. Es war also ein Süsswassersee. Der Abflusspass wurde allmälig vertieft bis er 100 m Niveau über dem jetzigen Salt Lake erreichte. Dann hörte der Abfluss auf; es bildete sich die Provo-Strandlinie, und der See trocknete, obwohl eine Anzahl Flüsse hineinströmte, nach und nach ein, wodurch der Rest immer salziger wurde, sodass er jetzt 20% Salz zeigt und das übrige trockene Becken 100 m unter der Provo-Linie zum Theil salzgetränkte Ebene und Salzseewüste wurde, das Salz als Rest des eindampfenden Seewassers. —

Professor A. Penck schreibt in der Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1894 S. 126—127, dass die miocenen mittelspanischen Gips- und Salzlagerstätten nicht marinen Ursprungs sein können. „Eine solche Annahme mag auf den ersten Blick befremdlich erscheinen, wo doch das Meer eine verdünnte Gips- und Kochsalzlösung darstellt und nur zu verdunsten braucht, um Steinsalz und Gipslager zu bilden. Allein die Bildung von solchen knüpft sich gegenwärtig nur in seltenen Fällen an *das Meer*, dort nämlich, wo Meerestheile gegliedert oder abgeschnürt wer-

[illegible]

[illegible]

[illegible]

trocknung unterlagen. Das genügt vollständig, um die mehr ausgebreiteten als mächtigen Salzsümpfe dort oben zu erklären.

Während man früher die Salzbildung der Wüsten und Steppen und die Salzlager als marinen Ursprunges annahm, sind also jetzt Richthofen, Schenck, Walther und Penck zum entgegengesetzten Resultat gelangt und beweisen die continentale Salzbildung. Eine bessere Bestätigung meiner in Phytogeogenesis und früher in verschiedenen Zeitschriften behaupteten Thesis, dass das Salz fast nur den Continenten entstammt, aber nicht die Salzlager — mit problematischen Ausnahmen — dem Meere entstammen, kann ich mir gar nicht wünschen, und das ist umsomehr bemerkenswerth, als diese Forscher unabhängig von mir zum ähnlichen Resultate gelangten. Ob es seltene Fälle von Steinsalzlagerbildung giebt, die sich an das Meer knüpfen, wie Penck meint, muss doch noch bewiesen werden, nachdem ich früher hervorgehoben, dass neben dem Meere nicht dichtes Steinsalz, welches sich nur in gewisser Wassertiefe ausscheidet, sondern (Phytogeogenesis S. 96) loses Steinsalz in den seichten Lagunen sich ablagert. Es ist noch zu prüfen, ob auf der Krim, wo ja auch Salzsteppe ist, die Bassins neben dem Meere ihr Salz der Steppe oder dem Meere verdanken. Die Ochsenius'sche Barrentheorie ist auf das Karabugas-Becken neben dem Kaspisee basirt, welcher, wie ich in Phytogeogenesis S. 89—95, nachwies, kein Relictensee, sondern ein Steppensee mit ursprünglichem Süsswasser ist.

Es ist wohl nun nicht zu bestreiten, dass die Continente ursprünglich vegetationslos und wüstenartig waren; auch haben wir im zweiten Kapitel gesehen, dass wir dasselbe wegen der Pseudoglacialerscheinungen noch im Spätcarbon anzunehmen haben. Also die Salzbildung durch Gesteinsverwitterung oder Wüstendenutation hat von jeher stattgefunden, und die dadurch verursachten Salze müssen grösstentheils bei den Veränderungen der Erdoberfläche dem Meere zugeführt worden sein, wo sie bis auf wenige Ausnahmen stetig verblieben und derart den Salzgehalt des Meeres vermehrten. Infolge der namentlich in älteren Perioden häufigeren Hebungen und Senkungen und Untertauchungen der Festländer, Abrasion, bezw. Transgression der Continente mussten die continentalen Salzbildungen im Meer grösstentheils verschwinden und in der That sind Salzlager aus älteren Perioden fast unbekannt und erst seit Ende der Carbonperiode (Dyas), vereinzelt im Tertiär und später erst häufiger vorhanden. Ebenso werden durch alle Flüsse, die ausnahmslos einen, wenn auch nur sehr kleinen Salzgehalt haben — selbst die Quellwässer im Urgebirge sind minimal salzig —, dem Meere fortwährend geringe Mengen Salzes zugeführt, die von dem auf andere Weise zersetzten Gestein ausgelaugt sind. Diese geringen Salzmengen der Flüsse mussten sich aber im Laufe der Jahrmillionen seit dem Silur doch zu einem grösseren Salzgehalt im Meere concentriren. Daraus geht unzweifelhaft hervor, dass die Oceane früher salzarm gewesen sein müssen, und das wird auch durch den Süsswassercharakter der ältesten Fische (S. 57. Phytogeogenesis S. 67) auffallend bestätigt. Zieht man ausserdem die Erdabkühlung seit dem Silur in Betracht, welche ein allmäliges Versickern des Wassers in's Erdinnere zur Folge hat, wobei das Salz oben bleibt, denn man findet Sickerwässer in sehr geringer Distanz vom Meere schon salzfrei, so gelangt man zu dem Schluss, dass die Oceane früher wasserreicher waren, und dass auch dadurch der Prozentsatz des Salzgehaltes im Meere früher beträchtlich kleiner gewesen sein muss.

Wenn ich also für die Carbonzeit incl. Dyas nur $^1/_2$ oder $^3/_4$% bis zuletzt $1^1/_4$% marinen Salzgehalt annehme, so wird man die annähernde Richtigkeit kaum bestreiten können. Dann aber war die superaquatische

Carbonflora nicht beschränkt auf continentale Bassins, die manchen Kohlenfeldern zufolge unmöglich gross gewesen sein mussten, oder auf neben einem salzigeren Meere unmöglichen tiefen und offenen Süsswassermeeresbuchten; dann konnte die superaquatische Carbonflora, deren Lepidosigillarien etc. schwimmfähig waren, damals im Ocean selbst silvomarin gedeihen, und das wird durch viele andere Thatsachen bewiesen, die ich in Phytogeogenesis zusammenstellte und im folgenden Kapitel ergänzen will. Dass die Carbonflora aber ihre Reste im Meere ablagerte, geht schon aus der einen viel zu wenig gewürdigten Thatsache hervor, dass alle carbonischen Steinkohlenlager noch Salzwasser und Chloride enthalten, selbst da wo, wie z. B. in ganz Sachsen kein einziges Salzlager vorhanden ist, (vgl. Phytogeogenesis S. 204—205). Die Grubenwässer der carbonischen Kohlenlager sind also p r i m ä r salzig, während die Grubenwässer aller Braunkohlenlager niemals primär salzig sind. Auch liefern alle Carbonkohlen abweichend von Tertiärkohlen Salmiak, sowohl bei der Gasfabrikation, als auch auf brennenden oder ausgebrannten Kohlenhalden, wobei das Chlor vom Meerwasser und das Ammonium von den stickstoffhaltigen Bitumenresten der Seethiere nur abgeleitet werden kann.

6. Sind Carbonkohlen autochthon, allochthon oder pelagochthon?

Citirte Literatur.

Bischof, Gust. Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie 1863—1871.

Brown, Rich. Description of erect Sigillaria with conical taproots .... Quarterly Journal geolog. Soc. London. V, S. 354—356.

Credner, H. Elemente der Geologie. Auflage von 1875.

Dawson, J. W. On the vegetable structures in Coal: in Quarterly Journal of the geolog. Society of London XV (1859) S. 626—641. Tafel 17—20.

Fayol, Renault und Zeiller. Etudes sur le terrain houillier de Commentry. 1887—1890. St. Etienne. 2 Bände in 8° und 1 Atlas de la Société de l'industrie minérale mit 75 Tafeln in Folio; vol. I. 660 S. von Henri Fayol: vol. II. 727 S. von Renault und Zeiller.

Fremy, E. Recherches chimiques sur la formation de la houille. Comptes rend. ac. Paris 88 (1879 S. 1045—1055.. Vergl. auch Berg- und Hüttenm. Zeitung 1879 S. 341. Untersuchungen über die Bildung der Kohlen.

Fritsch, A. Fauna der Gaskohle und Kalksteine der Permformation Böhmens. Prag. I. 1879—1888, II. 1889. 182 u. 114 S., Folio. 90 Tafeln.

Engelhardt, Karl. Die Entstehung der Steinkohlen: in Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. 1874. S. 30—75.

Geinitz, Fleck und Hartig. Die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europas. 1. Band: Geologie von H. B. Geinitz. 1865 4°. 420 S. und Atlas mit 25 Karten.

Grand' Eury, C. (1) Flore carbonifère du département de la Loire ... 1877. 4°. 624 S. 39 Tafeln.

(2) Géologie et Paléontologie du bassin houillier du Gard. 1891. 355 S. 4°. Atlas.

(3) Mémoire sur la formation de la houille. Annales des mines. Série 8 t. 2 (1882) S. 99—290, 6 Tafeln.

Gümbel, C. W. von. Beiträge zur Kenntniss der Texturverhältnisse der Mineralkohlen. Sitzungsberichte der Münchener Akademie, math.-phys. Classe. Band XIII Jahrgang 1883 S. 111—216. tab. I—III.

Karpinski, A. Bemerkungen über die sedimentären Formationen des europäischen Russlands; in Russ. Bergjournal 1880 Band IV. S. 242—260 mit 1 Karte. Referat im N. Jahrb. für Mineralogie . . . 1883, II S. 361—365.

Kerner von Marilaun, Anton. Pflanzenleben. 2 Bände. I. 1887, II. 1891.

Klinge, J. Ueber Moorausbrüche. Engler's botanische Jahrb. 1892, Band XIV, S. 426—461.

Kuntze, Otto. (1) Phytogeogenesis. 1883 (Leipzig bei E. Baldamus) 8°. 229 S. 1 Tafel.

(2) Um die Erde, Reiseberichte eines Naturforschers. (Leipzig, Baldamus.) 1881. 8°. 514 S.

(3) Revisio generum plantarum; vol. I u. II, 1891, III I 1893. 8°. 1433 S.

(4) Ueber Geysirs und nebenan entstehende verkieselte Bäume; im „Ausland" 1880.

(5) Revision von Sargassum und das sogenannte Sargasso-Meer; in Engler's botanischen Jahrbüchern I (1880) S. 191—239 mit 2 Tafeln.

(6) Ueber Verwandtschaft von Algen mit Phanerogamen. 1879 in „Flora" XLII. S. 401—423 mit 1 Tafel.

Lapparent, A. de, Traité de géologie. Auflage von 1885.

Leadbetter, J., On the presence of Chlorine in Coal; in The Chemical News, London 1860. S. 218.

Leo, Emil. Die Steinkohlen Central-Russlands. 1870. 4°. 100 S. 8 Tafeln.

Lesquereux, Leo. Coal-flora ... in Pennsylvania and throughout the United States 1879—1884. 3 Bände. 8°. 694 S. und Atlas mit 55 Tafeln.

Mohr, F. Geschichte der Erde. 1875.

Morong, Thomas und N. L. Britton. An enumeration of the plants collected by Dr. Morong in Paraguay 1888—1890; in Annals of New York Ac. Sc. VII. 1892. S. 45—230.

Muck, F. Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie. 1881. 8°. 2 Auflage. 1891: Die Chemie der Steinkohlen. 284 S.

Ochsenius, C. Die Bildung von Kohlenflötzen; in Zeitschrift der Deutschen Geolog. Ges. Band 44 (1892) S. 84—98; vorher andeutungsweise l. c. 42. Band (1890) S. 185—187.

Potonié, H. (1) Eine gewöhnliche Art der Erhaltung von Stigmaria als Beweis für die Autochthonie von Carbonpflanzen in Zeitschrift der Deutschen Geolog. Ges. XLV. 1893. S. 97—102, mit Abbildung, und in Naturwiss. Wochenschrift vom 23. Juli 1893 ohne Bild.

(2) Der im Lichthof der Kgl. Geol. Landesanstalt und Bergakademie aufgestellte Baumstumpf mit Wurzeln aus dem Carbon des Piesberges. Jahrbuch der Kgl. preuss. geol. Landesanstalt für 1889 (1890). S. 246—257. t. 19—22.

(3) Ueber die Volumen-Reduction bei Umwandlung von Pflanzenmaterial in Steinkohle; im Essener „Glückauf" Oct. 1893 No. 30. 3 Seiten. und in Naturw. Wochenschrift 1893 S. 455—457.

Renault, B. (1) Étude sur les Stigmaria. Annales des sciences, géologie; vol. XII (1881) S. 1—51 mit 3 Tafeln.

(2) Siehe Fayol.

(3) Notice sur les Sigillaires; Soc. hist. nat. d'Autun. 1888. Vergl. Neues Jahrb. für Mineralogie 1894, Referate I. S. 396—403.

(4) Les plantes fossiles 1885. 8° 400 S.

Richthofen, Ferd. von. China. Ergebnisse eigener Reisen ... 4. Bd. u. Atlas. 1877—1883.

Roemer, Ferd. Lethaea geognostica. 8°. 1. Band 1880. 324 S. Atlas 62 Taf.

Roth, E. Eine Skizze über die Steinkohlen; in „Natur" 1894 S. 612—616.

Süss, Ed. Das Antlitz der Erde. 1885—1888. 2 Bände 4°.

Saporta, Gaston de. Die Pflanzenwelt vor dem Erscheinen des Menschen. Uebersetzt von Carl Vogt. 1881. 8°. 397 S. 13 Tafeln.

Saporta, G. de und Marion. L'évolution du règne végétal. 3 Bände: vol. I (1888) und vol. II Phanerogames; Cryptogames 1891.

Schimper, W. Ph. (1) Traité de paléontologie végétale. 1869—1874. 3 Bände. 8°. Atlas in Folio. 110 Tafeln.

(2) Siehe Zittel No. 2.

Schmalhausen, J. und B. E. von Toll. Tertiäre Pflanzen der Insel Neusibirien; in Mém. ac. sc. Petersbourg, 1890. VII. Serie. 37. Band. No. 5. 22 S. 2 Tafeln und 1 Profil.

Schumann, K. Lehrbuch der syst. Botanik, Phytopalaeontologie und Phytogeographie. 1894. 8°. 705 S. 1 Tafel. 193 Fig.

Solms-Laubach, H. Graf zu. Einleitung in die Palaeophytologie. 1887. 8°. 416 S.

Tula, Franz. Die Steinkohlen, ihre Eigenschaften, Entstehung ... 1888. 8°. 208 S. 6 Tafeln.

Williamson, W. C. A monograph on the morphology and histology of Stigmaria ficoides; Publications of the Palaeontographical Society (XL) for 1886. London 1887. 4°. 62 S. 15 Tafeln.

Zeiller, R. siehe Fayol.

Zincken, Carl F. Die Braunkohle und ihre Verwendung. 1. Theil: Die Physiographie der Braunkohle. 1867. 8°. 818 S. 2 Taf. (Hierzu 2 Suppl.: 1871 und 1878, Ergänzungen zu der Physiographie der Braunkohlen, mit dem 2. Titel: Die Fortschritte der Geologie der Tertiärkohle ...)

Zittel, K. A. von. Handbuch der Palaeontologie, 1. Abth.: Palaeozoologie. 4 Bände. 1876—1893.

(2) 2. Abth.: Palaeophytologie, bearbeitet von Schimper und Schenk. 1879—1890. 1 Band.

In der oben citirten verdienstvollen Arbeit „Beiträge zur Kenntniss der Texturverhältnisse der Mineralkohlen" hat C. W. von Gümbel die verschiedenen Theorien über Bildung der Mineralkohlen S. 201 in autochthone Theorien mit Entstehung an Ort und Stelle und allochthone Theorien mit Entstehung durch herbeigeführtes Niederschlagsmaterial ein-

getheilt. Nun unterschied man früher die Mineralkohlen in **Braunkohlen** und Schwarz- oder Steinkohlen, fand aber später, dass weder die Steinkohlen auf die Carbonzeit (im weitesten Sinne) beschränkt sind, noch dass Braunkohlen blos in späteren Perioden vorkommen. Es giebt **russische** Kohlen sogar aus der Devonzeit (Untercarbon), welche **braunkohlenartig** sind, und die tertiären Pechglanzkohlen (= Lignitpechkohlen und Torfpechkohlen) sind auch Steinkohlen. Der Unterschied liegt in der **Structur** oder Textur:

Die Carbonkohlen bestehen aus zusammengebackenen **Mikroflötzen** meist verschiedenartiger Kohlensorten mit häufiger Beimischung **feinster** Thonschieferung. Bei Anthracit tritt diese Textur nur noch **mikroskopisch** auf. Thon und die Kohlenbestandtheile sedimentirten sich also **beide nur** unter Wasser.

Die Tertiärsteinkohlen sind dagegen homogen, mit seltener und unregelmässiger Beifügung von Thon, Lehm oder anderen Zuschwemmungsprodukten; die Kohlensubstanz erhielt also in loco nur unregelmässige mineralische Aufschwemmungsprodukte; Schieferungen kommen zwar bei Tertiärkohlen auch vor, bilden aber seltene Ausnahmen und sind ohne Mikroflötzbildung.

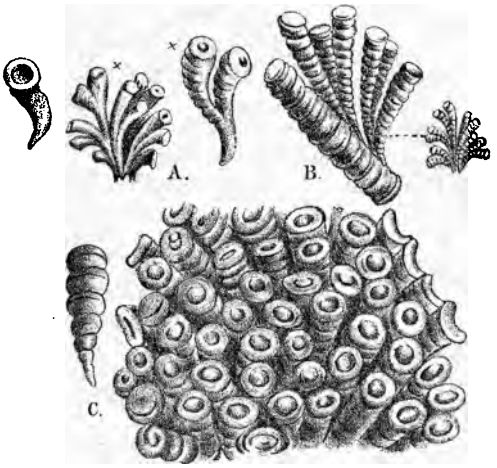
Ueber die Textur der Steinkohlen hat nun Gümbel l. c. ausgezeichnete neue Beobachtungen geliefert, die aber das gerade Gegentheil von dem beweisen, was er schliesslich über die Entstehung der Carbonkohlen, folgert. Er beweist, dass die verschiedenen Carbonkohlen, die er hauptsächlich in Carbonit, Cannelit, Bogheadkohle, Bituminit, Faserkohle, Anthracit eintheilt, obwohl sie compact sind, doch lamellar, bezw. mikroskopisch feinschichtig sind; er giebt S. 201 auch unter exacter Motivation zu, dass die Carbonflötze als reine Anschwemmungsprodukte wie jede andere Sedimentation, also nur unter Wasser entstanden, anzusehen seien, bestreitet aber die Sedimentation im Meer, weil alle Andeutungen von Meerespflanzen (!) und jener kleinsten Meeresbewohner in Carbonschichten, wie Coccolithen, Foraminiferen, Spongiennadeln etc., und auch mit streitigen Ausnahmen Reste grösserer Meeresthiere fehlen. Er giebt mit der Sedimentation also die ausschliessliche Ablagerung aller Carbonkohlen unter Wasser zu, kommt aber, weil er die botanischen Facta, welche ich in der Zeitschrift Kosmos 1878 IV S. 33—46, 240—250, 1879 VI S. 239—244, im „Ausland" 1880 S. 669—689 (meine Phytogeogenesis, 1883 erschienen, konnte er 1883 noch nicht berücksichtigen) und im Botan. Centralblatt 1881 S. 267—269, als die silvomarine Carbonflora beweisend, zusammengestellt hatte, nicht berücksichtigte, weil er ferner die massenhaften Meeresthierzwischenlagerungen im carbonischpelagischen Schichtenbau und die Tectonik des letzteren, was namentlich die Amerikaner und Engländer und neuerdings Ed. Süss in seinem oben citirten grossen Werke in den Vordergrund stellen, vernachlässigt, zu dem absurden Schluss, dass die Carbonkohlen wie die Tertiärkohlen limnisch autochthon sind.

Zunächst ist einzuwenden: Es ist unmöglich, dass bei terrestrisch-limnischer Entstehung ausnahmslos alle Kohlen sedimentär sind. Wären Carbonkohlen wirklich terrestrisch-limnisch, so müsste es wie bei den Tertiärkohlen auch und sogar vorherrschend Lager geben, die nicht unter Wasser sedimentirt geschichtet, sondern in terrestrischen Mooren ungeschichtet entstanden dem Lande aufgelagert sind. Das ist aber bei keiner einzigen Carbonkohle der Fall; alle Carbonkohlen sind sedimentär, was ich schon früher behauptet habe, und wofür Gümbel nolens volens den besten Beweis erbracht hat; denn er hat alle Sorten Carbonkohlen untersucht und

selbst für die Sorten mit makroskopisch undeutlicher Structur mikroskopisch bewiesen, dass sie ausnahmslos sedimentär sind. Deshalb war auch die Carbonkohlenflora nicht terrestrisch, sondern sie muss marin, also silvomarin gewesen sein; ausgenommen ist eine unbedeutende Strandflora, welche keine Kohlen terrestrisch ablagern konnte.

Dass nun die kalkigen kleinsten Meeresbewohner, die Coccolithen und Foraminiferen, nicht erhalten bleiben konnten, ist leicht erklärlich, weil intensive Kalk- und Kohlen-Sedimentation sich gegenseitig ausschliessen und höchstens abwechselnd zur Ausbildung kommen. Auch in Braunkohlenlagern sind die kalkigen Gehäuse der limnischen und vom Lande die Braunkohlenflora besuchenden Schnecken nicht erhalten worden; wie viel weniger war dies bei den mikroskopischen bezw. kleinsten kalkigen Meeresthieren möglich! Ebensowenig wie selbst knorpelige Meerestange nicht petrefaktionsfähig sind und nur unter günstigsten Umständen seltene Abdrücke in carbonischen mineralischen Sedimenten hinterliessen, trotzdem sie massenhaft vorhanden gewesen sein müssen, ebensowenig ist auch die Erhaltung kalkiger und kieselhaltiger Algen, sowie kalkiger und kieselhaltiger Protozoen und der Schwämme in Steinkohlenlagern möglich gewesen. Von den kleinen Meeresbewohnern sind nur chitinhaltige, die es unter den Algen aber gar nicht giebt, in reinen Carbonkohlen erhaltungsfähig gewesen und auch wirklich vorhanden, wofür Gümbel unbewusst den besten Beweis geliefert hat. Weder durch den Verkohlungsprozess, wobei das Nebenproduct Kohlensäure feine Kalktheile auflöst, noch durch das Gümbel'sche Behandeln der Kohlen mit Bleichflüssigkeit (Chlorkalium und Salpetersäure) konnten Kalkreste in den betreffenden Kohlen erhalten bleiben, und etwaige Kieselskelette wären auch nach Behandlung mit Salpetersäure schon durch zarte weisse feine Structur aufgefallen; es kann sich also bei den carbonischen mikroskopischen Wesen, die Gümbel tab. III, Figur 53a, 55, 57, 58, 64 in 100- bezw. 300facher Vergrösserung abbildet, nur um chitinhaltige niederste Meeresthiere, Foraminiferen, Corallen und dergl. handeln, deren specielle Familie aber erst durch die Untersuchung bei bedeutender Vergrösserung ermittelt werden kann, wie mir einige Zoologen des Berliner zoologischen Museums mittheilten.

Es sind offenbar zwei verschiedene Gattungen, die ich hier copire, wovon Microaulopora (Fig. A in 600facher Vergrösserung) die Gestalt der vom Silur bis Carbon vorkommenden Aulopora hat, also dütenförmig cylindrische, zum Theil vereinigte chitinhaltige Individuen, die aber 200—300mal kleiner sind als bei Aulopora, während Gümbelina (Fig. B und C) aus ähnlichen aber bis dreimal grösseren und äusserlich ringsum gegliederten, scheibenartig geringelten Individuen sich corallenartig zusammensetzt. Tab. III, Fig. 53a, rechts, bei



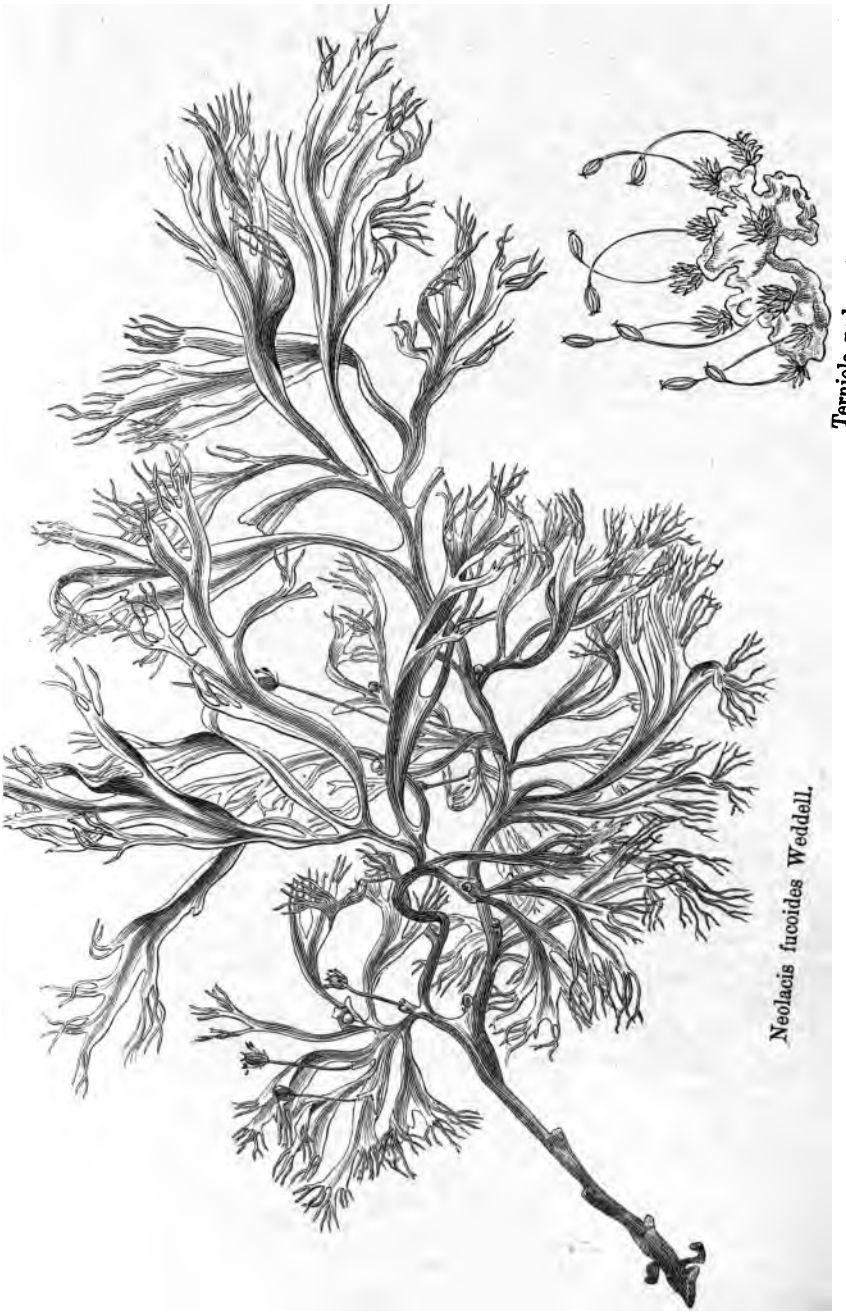
Chitinhaltige Halbcorallen aus Carbonkohlen.
A. Microaulopora vulgaris. ($\frac{60}{1}$°.)
B. Gümbelina ruthenica. ($\frac{40}{1}$° + $\frac{10}{1}$°.)
C. Gümbelina tasmanica. ($\frac{40}{1}$°.)

Gümbel (also excl. der Fig. 53 links, die vielleicht einen Jugendzustand ähnlich wie bei Heteropora darstellt) aus der Cännelkohle von Wigan in England (nach Gümbel darin häufig, aber auch in anderen Kohlen vorher von ihm gefunden) will ich Microaulopora vulgaris nennen. Hiermit ist offenbar identisch Fig. 55 aus der Bogheadkohle von Turbanhill, „einen sehr beträchtlichen Theil der Kohle ausmachend," und Fig. 58 aus der permischen Plattelkohle von Böhmen, in der sie sich „in geradezu erstaunlicher Häufigkeit" findet. Dagegen stellt Fig. 64, rechts, bei Gümbel (die Figur links als undeutlich ist auszuschliessen), welche ich hier unter B in nur 400facher Vergrösserung für die grosse Figur, die kleine entsprechend kleiner reproducire, Gümbelina ruthenica aus den devonischen braunen russischen Steinkohlen von Tschulkowa bei Tula vor, wo sie in „enormen Massen" vorkommt, sie hat „uhrglasähnlichen" Aufbau. Fig. 57 bei Gümbel, hier Fig. C, bei 400facher Vergrösserung, ist Gümbelina tasmanica mit zweierlei, zum Theil dünnen schmalen, zum Theil doppelt dickeren, wulstigen, äusserlichen Abgliederungen, aus der Tasmanit-Gaskohle von Van-Diemensland, „worin sie in höchst beträchtlicher Menge vorhanden sind." Wir haben es hier wahrscheinlich mit einer ausgestorbenen besonderen Familie, chitinhaltigen Halbcorallen, zu thun, die zwischen Foraminiferen und Corallen steht.

Was nun die übliche Annahme betrifft, dass Legidosigillarien als wesentlich Carbonkohlen liefernde Pflanzen keine Meerespflanzen gewesen seien, so ist das eben ein schwer auszumerzender Aberglaube, gegen den ich wiederholt angekämpft habe. Woher weiss denn Gümbel, dass es Landpflanzen waren? Wenn es solche gewesen wären, so müssten sie, weil sie mit Schutzmitteln gegen Wetterungunst und Thiere (Korkbildung etc.) reich versehen waren, noch heute existiren. Wir müssen sogar die Abstammung der Blüthenpflanzen aus algenartigen Wasserpflanzen ableiten, weil es noch heutzutage solche dicotyle und monocotyle Pflanzen giebt, wie ich in der botanischen Zeitschrift „Flora" 1879 S. 401—423 darzulegen versuchte, woraus ich die Abbildung hier wiedergebe. Solche Dicotylen, wie die algen- und moosartigen Podostemaceen, die sowohl im Süsswasser als Brackwasser vorkommen, sind bis auf gewisse Früchte ebensowenig petrefaktionsfähig wie Tange, und doch sind eine Menge offenbar phanerogamer Früchte durch Brongniart, Lesquereux etc. aus dem oberen Carbon bekannt geworden, zu denen man keine Stammpflanzen kennt (vergl. Phytogeogenesis S. 208—209.) Während für solche algenartige marine Carbonphanerogamen, weil ihr Kraut nicht erhaltungsfähig war, sich allerdings kaum ein directer Beweis führen lässt, genügt von den vielen Beweisen für die marine Carbonflora schon der eine, dass alle Carbonkohlenlager primär salzig, alle kontinental entstandenen Kohlenlager niemals primär salzig sind. Vergl. S. 41 wo ich dies bereits mittheilte. Ich will hier dafür noch eine Ergänzung geben:

J. Leadbetter (l. c. S. 218) untersuchte schottische Cännel- und andere Steinkohlen auf Chlor und fand darin 775 bis 4363 grains per ton, speziell Lesmahagow 2383, Boghead 2939, Bank Coal 2712, Knightswood 3103, Barton's Holm 1454, Monkland 4363, Thankerston 775, Soft Coal 775 grains. Daher stammt auch das Chlorammonium als Nebenprodukt bei jeder Gasfabrikation aus Carbonkohlen, selbst dort, wo keine Salzsäure zum Gaswasser zugesetzt wird. Da nun 1 grain = 65 mg ist, so ergiebt das für eine Tonne jetzt noch im Mittel $^1/_4$ kg Chlornatrium, bei den salzreichsten sogar $^1/_2$ kg. Die Quantität, als zum Theil zweifellos verloren gegangen, oder gering, weil das Carbonmeer nur schwachsalzig gewesen

Podostemon Ceratophyllum Michaux.



Terniola pedunculosa Tulasne.

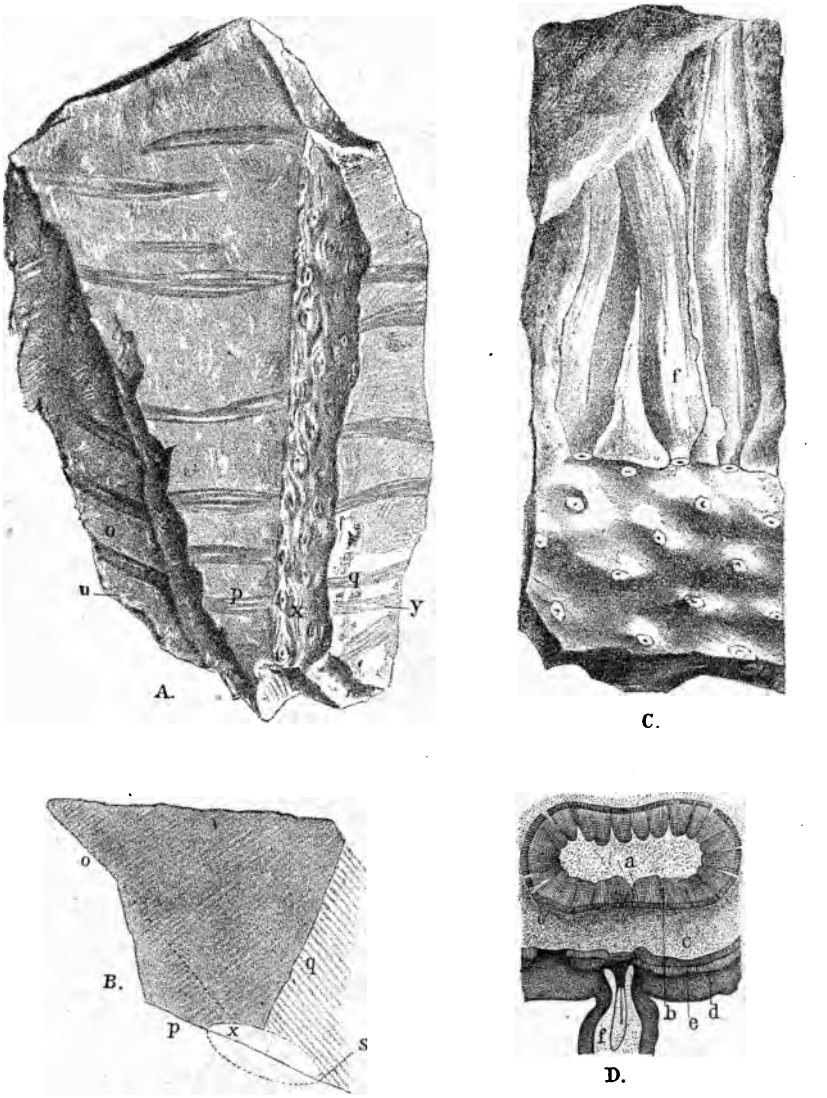
Neolacis fucoides Weddell.

sein kann, ist jedoch nicht maassgebend, sondern das Faktum, dass überhaupt Carbonkohlen primär salzhaltig sind, Tertiärkohlen aber nicht. Also Carbonkohlen sind zweifellos marin, Tertiärkohlen continental und mit ihnen auch ihre Flora. — Zu dem Salzgehalt der Carbonkohlen ergänzt sich harmonisch deren relativ reicher Stickstoffgehalt, woraus das Ammonium des Salmiaks der Gasanstalten entsteht; denn dieser Stickstoff kann blos von Thierresten abgeleitet werden. Reichere, wie die Kohlenfelder weit ausgedehnte Ablagerungen von Thierresten, wenn sie auch im Kohlenmagma in der Regel nicht petrefaktisch erhalten blieben, sind blos durch marine Ablagerung erklärlich; in der That sind Tertiärkohlen mit allerseltensten Ausnahmen frei von Stickstoff, und liefern auch kein Chlorammonium. Der Salmiak der Gasanstalten ist ein geradezu erdrückender Beweis für die marine Kohlensedimentation. Da nun Allochthonie bei Carbonkohlen unbedingt nicht stattgefunden haben kann, muss die Carbonkohlenflora selbst marin gewesen sein.

Obwohl ich selbst meiner Sache sicher bin, so möchte ich doch Alle überzeugen und die diversen Einwände widerlegen. Man malt auf idealisirten Carbonflorenbildern gewöhnlich die Lepidosigillarien so ab, dass ihre Rhizome, die man Stigmarien nennt, einseitig in's Wasser laufen, während die anderseitigen Rhizomzweige sich in der Erde vergraben. In lockerer Humuserde können ja allenfalls schuppige Rhizome von Farnen etc. gedeihen, aber Rhizomblätter, falls sie ungestielt sind, verschwinden in der Erde oder im Schlamm und verkümmern selbst im Humus des abgefallenen Laubes zu Schuppen. Oberirdisch kriechende Rhizome, wenn sie ringsum sitzende Blätter besitzen, haben dann noch besondere, sie über den Boden hebende Stelzenwurzeln, wie z. B. manche zwergige Selaginellen und Lycopodien. Im Schlamm kriechen Rhizome blos, wenn sie gestielte oder in das Tageslicht ragende Blätter und echte Wurzeln haben. Dagegen ein Baum mit nur bis 12 cm langen, abgegliedert inserirten „Appendices," an den Rhizomen, betrachte man diese Appendices nun als Blätter oder als Würzelchen, und ohne eine einzige tiefer gehende Wurzel ist als Landpflanze eine Unmöglichkeit; auch würde der geringste Wind den Baum umgeworfen haben, zumal wenn er auf Abhängen, wie idealisirt, gestanden hätte.

Nun nehmen Manche an, dass die Stigmarienrhizome am Grund seichter Gewässer im Schlamm gewachsen seien, und H. Potonié (No. 1) glaubt es besser bewiesen zu haben, dass Sigillarien mit diesen Rhizomen im Schieferthon, den er „versteinerten Humus" nennen möchte, an derselben Stelle gewachsen seien, wo die Rhizome und Sigillarienstämme jetzt gefunden werden; er hat auch (No. 2) den in der Berliner Bergacademie aufgestellten mächtigen Sigillarienstamm mit Rhizomen beschrieben und abgebildet, welcher 0,7 m Stammdurchmesser hat, bezw. dort, wo sich die Rhizome abzweigen, 1 m dick ist und, vom Stammcentrum an gemessen, bis 4 m lange Rhizome hat; letztere sind abgebrochen und also noch länger gewesen. Selbst wenn man berücksichtigt, dass der Luftstamm zum Theil hohl und leicht war, und auch die Rhizome specifisch leicht waren, so repräsentirt doch der Baum eine beträchtliche Last, sodass diese Rhizom-„Appendices" oder „Würzelchen," die ich und Andere als Wasserblätter auffassen, unter dem Rhizom selbst, wenn solches im Schlamme wuchs, entweder hätten zerdrückt werden müssen oder nur wie Wurzeln hin und her gebogen gewesen sein müssten. Dagegen sind diese „Appendices" gerade und, wie Potonié behauptet, auch im Schlamm nach unten zu, überhaupt allseitig gleichausstrahlend im Schlamm gewachsen! Ich gebe hier sein

Bild (A und B) von Stigmaria umgekehrt wieder: x ist das Stigmaria-Rhizom, von x nach o steigen die „Appendices“ im schiefen Winkel, von x nach q ziemlich senkrecht auf; auf der Fläche p stehen sie horizontal ab; u—y ist der Querschnitt im kleineren Bild B. Ich habe mir das



Stigmaria ficoides Brong. (C. ¼.)

Originalexemplar angesehen; es gehört noch ein zweites, etwa gleichgrosses Stück dazu, welches bei q sich anschliesst und ungefähr bis S reicht. Also die Hälfte der den Stamm x umgebenden Thonschiefermasse ist nicht vorhanden. Ist die fehlende Hälfte nun die obere Hälfte oder ist es die untere? Sind die Appendices Würzelchen oder sind es Wasserblätter? Im

der Figur C rechts oben habe ich ein correctes*) Bild der Stigmaria ficoides nach Ferd. Roemers Lethaea geognostica t. 54 gegeben. Ich habe in verschiedenen Museen: Dresden, Wien, London, Paris, Berlin etc. mir Stigmaria angesehen, aber noch nie ein stielrundes oder verzweigtes oder stumpfendiges „Appendix," noch nie unter den spiralig geordneten Narben andere Insertionsnarben, etwa wie bei Sigillaria spinulosa oder bei Nymphaea (Nuphar) lutea L. gesehen; ich habe auch stets nur gleichartige, ungetheilte, nebeneinander gleichlange Appendices, auch keine mit Seitenwürzelchen gesehen wie sie die „Appendices" von Nymphaea haben. „Appendix" ist eine konfuse Verlegenheitsbezeichnung, weil sich die Autoren streiten, ob diese Organe Blätter oder Wurzeln seien. Es ist ein confuser Ausdruck, weil man darunter sowohl Blätter, als auch Wurzeln confundirte. Die „Appendices" von Nymphaea sind Wurzeln, weil sie sich unter der Insertionsnarbe des Blattstieles befinden, meist zu 3—50. Ist das Rhizom von Nymphaea aufsteigend im Wasser, so entwickeln sich blos auf der Unterseite des Rhizoms stelzenartige Nebenwurzeln, welche Seitenwürzelchen treiben, sobald die lange Wurzel den Schlamm erreicht; aber nicht alle Wurzeln und Würzelchen sind bei Nymphaea so ausgebildet. Die langen unterseitig entwickelten Wurzeln dienen als Ankerwurzeln, welche verhindern, dass die Pflanze von Wellen und Wind herumgedreht werden. Diese Ankerwurzeln gliedern sich allerdings an der Insertionsstelle im Alter in ähnlicher Weise wie Blätter oder Blattstiele aus, aber bei Wurzeln findet das sich auch noch bei vielen Palmen. Ist das Rhizom von Nymphaeaceen kriechend, so entwickeln sich ringsum unter den Blattstielnarben zahlreiche wirre ungleiche reichverzweigte Wurzeln; ist das Rhizom von Nymphaeaceen aber aufrecht, wie bei den meisten exotischen Arten, auch bei N. sibirica Sims Bot. Mag. t. 1359, so entwickeln sich die Nebenwurzeln wie bei stammlosen Palmen blos unterhalb als Stelzenwurzeln, indem sie die Pflanze etwas über die Erde oder den Schlamm heben. Auch bei manchen Palmen, welche sehr hohe Stämme entwickeln, gliedern sich die Stelzenwurzeln manchmal halbkugelig aus, z. B. bei Iriatea fusca Drude = Socratea fusca Karsten in Flora Columb. t. 54 und Iriatea Corneto

*) Die meisten Autoren begnügen sich leider mit einem falsch idealisirten, von Solms als schematisirt bezeichneten Bild von Stigmaria, das aus Schimper's Paléontologie végétale, Tafel 69, ursprünglich copirt ist; so z. B. von Zittel, Lesquerreux, E. Weiss, Schenk, Solms-Laubach, Williamson (t. XII), Tula, Saporta und Marion (I S. 55 Fig. e), Schumann und Rénault (No. 4 Fig. 38). Dieses Bild zeigt unrichtig stielrunde „radicelles" (nach Schimper) mit abgebrochenen Enden, welche beim wiederholten secundären Copiren der Autoren sich sogar manchmal abrundeten. Noch unrichtiger ist die Schematisation von Grand Eury (No. 2 Tafel III Fig. 21, vergl. S. 35), während Fayol, Renault und Zeiller (Tafel 62 Fig. 1) eine richtigere Skizze eines grossen Stigmariarhizomaufbaues mit Luftstamm gaben. Es giebt andere „Stigmaria"-Arten mit gespaltenen Rhizomblättern und spitz-lanzettlichen Segmenten. Einmal dichotome Blätter sollen auch bei Stigmaria ficoides vereinzelt vorkommen, was wohl möglich ist — ich sah aber noch keine. Williamson (Tafel XIII Fig. 27) bildet ein solches Blatt als „dichotomous rootlet" mit lanzettig spitzen Segmenten ab; aber es giebt keine „Appendices" mit Seitenwürzelchen. Nach Renault's wechselnder Meinung, wie auch Saporta und Marion 1885 (I, 54) anführen, sollen die Stigmarien echte Blätter haben und zuweilen noch extra Würzelchen. Diese Annahme erscheint Solms (S. 298) wenig begründet, und ich habe an Stigmarienrhizomen auch nie etwas davon gesehen; es ist aber nicht zu vergessen, dass ausser den strangführenden Nebenwurzeln, die sich in der Insertion erkennen lassen, welche aber bei Stigmaria ficoides sicher fehlen, noch zarte Würzelchen (die auch bei Nymphaeaceen nebenbei häufig sind) vorkommen, wie wir sie z. B. bei Lemna, Azolla, Pontederia und fast allen anderen schwimmenden Pflanzen, soweit sie überhaupt Wurzeln haben, kennen, die aber so zart sind, dass davon weder im Kohlenrest der Rinde, noch bei etwaigen Incrustations-Verkieselungen und Verkalkungen Spuren erkannt werden könnten, etwa wie auch Haare *petrefaktisch verschwinden*.

O. Kuntze = Deckeria Corneto Karsten l. c. t. 53. Im Berliner botanischen Museum ist ein 3—4 m hohes Stammstück mit etwa 1 m hohen Stelzenwurzeln, das offenbar nur ein junges Exemplar von Iriatea Corneto ist und diese halbkugelige Insertion und Abgliederung der Stelzenwurzeln schön zeigt. Aber kein systematischer Botaniker wird diese Stelzenwurzeln mit „Appendices" bezeichnen. Stelzenwurzeln, wenn auch unausgegliedert, sind ferner den Brackwasser bewohnenden Pandaneen und Mangroven eigen. Dass sie auch im Carbon vorgekommen sind, ist kaum zu bezweifeln, z. B. bei Sigillaria spinulosa, wo unter den Blattnarben besondere Nebenwurzelnarben existiren. Auch Arthropithys (= Calamopithys) Parrani Grand Eury (No. 2 Tafel 14 Fig 6) zeigt Stelzenwurzeln. Ausserdem ist noch Sigillaria alternans von Rich. Brown (S. 354 6) mit Stelzwurzelresten beschrieben, und von Solms (S. 292 Fig. C) zum Theil abgebildet worden; aber diese angeblichen Stelzenwurzeln (= tap roots) dürften vielleicht nur Stalactiten sein; sie befinden sich nämlich blos an solchen Stellen, wo am versteinerten Stammstrunk herabrinnendes Wasser abträufeln konnte, und sind ± konisch. Man muss die von Rich. Brown gelieferten Bilder ansehen, um es zu verstehen. Das betreffende Fundstück lagerte über einem abgebauten Kohlenstollen, wo sich wahrscheinlich die Decke unter dem Baumstamm etwas gelöst hatte. Nun konnten sich die Tropfsteinchen bilden, bis schliesslich das Ganze durchbrach. Also die Pfahlwurzeln bei baumartigen Sigillarien, bezw. Stigmaria, sind noch problematisch, wenn deren Möglichkeit für Arten seichter Bassins auch nicht ausgeschlossen wäre.

Nun sehen wir uns S. 49 Figur D an, welche aus der Monographie des besten Erforschers von Stigmaria, W. C. Williamson (tab. 4) stammt. Williamson bezeichnet zwar die Wasserblätter von Stigmaria in vorgefasster Schulmeinung nach als rootlets, also Würzelchen, aber seine exacte Arbeit beweist das Gegentheil; denn es fehlen alle Eigenschaften von Würzelchen: unregelmässige (nicht spiralige) Anordnung, hin und hergebogene (nicht gerade) Richtung der Wurzel, wie dies beim Wachsen im Boden unausbleiblich ist; es fehlt ferner deren Verzweigung und wirres Seitenwürzelchenwerk, während dies doch keiner Wurzel fehlt; es fehlt auch stets die Wurzelhaube. Williamson bildet nur bei einem gabeligen „rootlet" zwei Segmente ab, die aber lanzettig sind, was auch bei Wurzeln nie vorkommt, und hat offenbar bei ungetheilten „Appendices" keine Enden gesehen, da er solche aus eigener Beobachtung nie abbildet. Ich habe aber deren gesehen und kann versichern, dass sie acut = spitz im botanischen Sinne sind. Ich kann keine kürzere, passende Beschreibung zu Figur D liefern als Tula (S. 199), der auch diese Figur abbildet, nur ersetze ich dabei Würzelchen durch Wasserblätter: Aussen die Rinde mit Wasserblättern, innen der aus zahlreichen Keilen bestehende Holzring (= b), um den centralen cylindrischen Hohlraum = a (der mit lockerem Parenchym gefüllt gewesen sein dürfte).*) Die Gefässbündel der Wasserblätter reichen

*) Renault (Nr. 1 Tafel 1 Fig. 1) bildet das Centrum zwischen dem Holzcylinder als hohl ab, während ausserhalb des Holzcylinders ein kleiner Theil dünnparenchymatischen Gewebes gezeichnet ist. Ob im übrigen Theil dieses Raumes c—c ausserdem grössere Luftzellen vorhanden waren, die aber zur Schwimmfähigkeit bei dünnwandigem Gewebe gar nicht nöthig sind, lässt sich nicht erkennen. Der Querschnitt des mit Parenchym und Gefässbündel versehenen deformirten Blattes stammt doch nur von der Blattbasis. Die Figuren, welche Renault (Nr. 1 Tafel 1—3) giebt, sind offenbar stark schematisirt und zeigen so detaillirtes Zellgewebe, wie man es bei nicht verkieselten, zum Theil schon deformirten Blättern und wegen der eingewachsenen Würzelchen fremder Pflanzen halbvermoderten Stigmarientheilen nicht erwarten kann. Die Paläontologen thäten im Interesse der Wissenschaft besser, die thatsächlichen mikroskopischen oder makroskopischen Bilder

durch die Rinde (= d) und durch die Zwischenräume zwischen den Keilen (Markstrahlen) bis an die Innenseite des Holzringes. Zwischen der Rinde und dem Holzkörper lag wohl ein lockerer Parenchymcylinder (= c — c) und eine Bastschicht (= e).

Im Kohlenschiefer ist a und c — c stets verschwunden; es muss also, soweit nicht zum Theil absolute Hohlräume vorlagen, ein sehr vergängliches leichtes Gewebe gewesen sein, was das Rhizom leicht und schwimmfähig machte. Diese Schwimmfähigkeit wird vermehrt durch die Blätter (= f), welche, die rundliche Basis ausgenommen, innen hohl gewesen sind und nur ein verkürztes Gefässbündel, also keinen durchgehenden Nerv aufweisen. Dagegen muss die korkhaltige Aussenschicht aussergewöhnlich stark entwickelt gewesen sein, was sich schon aus dem meist kohlenartigen Erhaltungszustand dieser Schwimmblätter documentirt. Blätter von zarter oder gewöhnlicher oder fleischiger (succulenter) Beschaffenheit hinterlassen petrefaktisch überhaupt keine Kohle; es müssen schon (im botanischen Sinne) lederartige oder pergamentartige Blätter mit dickster Epidermis sein, bei denen dies möglich ist. Trotzdem nun ein durchgehender Mittelnerv im Innern fehlt, woraus sich auch die hohle oder lacunöse Beschaffenheit im mittleren und oberen Theile ergiebt, so zeigen Stigmariablätter doch stets beiderseits eine kielartige Mittellinie, wie Potonie's Figur A sowohl als Roemer's Figur C erkennen lässt, also eine erhabene Mittellinie, die ich oft genug deutlich beobachtete. Daraus ergiebt sich, dass diese Wasserblätter mit Ausnahme der Basis nicht stielrund, sondern zweischneidig etwas zusammengedrückt waren, etwa wie ein Dolch, nur inwendig zum grössten Theile hohl.*) Ihr bei voller Entwickelung wagrechtes Abstehen deutet auch auf Leben im Wasser, denn Würzelchen streben nach der Tiefe und luftlebige Blätter in der Regel aufwärts nach der Sonne. In der That müssen diese Wasserblätter wegen ihrer steifen, allseitig ausstrahlenden und Kohle hinterlassenden Erhaltung im Kohlenschiefer, und weil sie spitz waren, das weiche Rhizom und die Pflanze gegen Angriffe von Thieren energisch geschützt haben, und auch nur infolge dieses guten Schutzmittels ist die Erhaltung von Stigmaria ficoides durch Zeiträume erklärlich, wie sie für keine andere Pflanze bekannt sind. Wir dürfen uns diese Blätter

---

von Petrefakten auf photographischem Wege herstellen und drucken zu lassen, der ohnehin jetzt billiger und schöner ist, und ihre idealisirten Interpolationen, die jeder anders construirt, extra zu geben. Neuerdings giebt Renault (Nr. 3 und 4) die zellige Gewebeschicht zwischen Rinde und Holzcylinder von Stigmaria als lacunös, also mit grösseren Luftzellen versehen, schwammig an; auch unterscheidet er mit etwas zu lebhafter Phantasie Stigmarhizes, welche abwärts gerichtet sein sollen (??) und horizontal schwimmende Stigmarhizomes; beide sollen fast oder ganz gleiche Appendices haben, die aber bei ersteren Würzelchen, bei letzteren Blätter genannt werden. Nach Grand' Eury (No. 2) vegetiren die Stigmaria-Rhizome selbstständig (mussten also Blätter haben!) und treiben gelegentlich Knollen, aus denen sich die Sigillarienstämme entwickelten, deren Rhizome dann wunderbarer Weise systematisch anders, nämlich Stigmariopsis genannt werden, mit „radicules simples courtes minces" „roides simples très-obliques" (? ancipitées?) „qui ressemblent à des feuilles linéaires" (Nr. 1 S 172, 174) beschrieben sind und die dann auf tab. C als wirres, verbogenes, ungleichlanges Wurzelwerk idealisirt sind. Das ist zu viel Phantasie! „Würzelchen, die linear wie Blätter sind, die steif, unbiegsam oder starr (roides) und unverzweigt (simples) sind", ist ein Unding; das sind eben Blätter. Ces radicules sont ridicules, c'est-à-dire la definition est comme ça pour ces organes, qui, quoique aquatiques, montrent des qualités de vraies feuilles, et c'est tort, de les considérer l'une fois pour des radicules l'autre fois pour des feuilles.

*) Bei Acacia kommen hohle (manchmal von Ameisen bewohnte) oder mit sehr schwammigem leichtem Mark erfüllte, und auch dolchartige Nebenblätter (z. B. Acacia leucophlaea) mit hornartiger oder pergamentartiger Epidermis, sogenannte Stacheln oder Dornen, vor, die trotz ihrer Leichtigkeit eines der besten Schutzmittel gegen weidende Thiere sind.

keineswegs als fleischige zarte Organe vorstellen, sie dienten gleichzeitig zum Schwimmen und zur Abwehr gegen Thiere. Dass sie aber wirkliche Blätter waren, geht aus ihrer spiraligen Stellung, aus dem absoluten Fehlen von Seiten- und Nebenwurzeln und Würzelchen, aus ihrer geraden Richtung, aus dem Fehlen der Wurzelhaube, aus ihrer gleichen Länge nebeneinander, aus ihrer Ausstrahlung nach allen Seiten, daraus, dass sie flachlanzettig waren, und besonders noch daraus zweifellos hervor, dass sie als Blätterschopf das Rhizom-Ende überragten, was bei Wurzeln niemals vorkommt. Ich muss es geradezu als laienhaft bezeichnen, wenn jemand diese Organe noch Wurzeln nennen würde, und ebenso ist es unwissenschaftlich, sie als Appendices zu bezeichnen oder gar mit den auch „Appendices" genannten Wurzeln der Nymphaeaceen zu confundiren.

Da die schwimmfähigen Stigmaria-Rhizome sich allseitig wiederholt dichotom in einer Ebene verzweigten, waren sie befähigt, selbst bedeutende Luftstämme schwimmend zu tragen, zumal diese vorherrschend nur lockeres Gewebe besassen, oder zum Theil hohl waren. Wenn aber im Alter der Luftstamm zu schwer ward, so sank er eben unter, wie wir das jetzt noch in subtropischen Taxodienmooren finden, deren Bäume Wurzeln haben, die viel weniger weit ausstrahlen als Stigmariarhizome; ich werde auf diese subtropischen Moore noch später zurückkommen.*) Wenn die Stämme aber im Wasser untersanken, so versanken sie im weichen Thonschlamm, bis sie durch eine festere Schicht aufgehalten wurden, und nur so erklärt sich die Einbettung im Thonschlamm, wo alle Blätter nach oberhalb noch ausstrahlend eingebettet sind, etwa wie in Figur A und B dargestellt, und nur ringsum eingebettet sind, falls die Rhizom-Enden abbrachen und beim Versinken sich schräg aufrichteten.

Die Tragfähigkeit der weit ausstrahlenden leichten Stigmaria-Rhizome war wahrscheinlich noch dadurch erhöht, dass sich begegnende Rhizomzweige verschiedener Individuen durchwuchsen oder mit einander verwuchsen, wie das noch jetzt viele tropische Feigenbäume mit ihren Wurzeln thun; ich erwähne letzteres auch in meinem Buch: Um die Erde, S. 446. Es sind öfters in Stigmaria-Rhizomen Gefässbündel und Röhren mehr oder minder verdrückt eingedrungen gefunden worden, sodass man wohl mit Schumann (S. 208) folgern darf, „dass sie ihre eigenen Genossen durchwachsen haben." Durch dieses Verwachsen wie bei Ficus würde sich die ohnehin grosse Schwimmfähigkeit der horizontal weit ausstrahlenden Stigmaria-Rhizome, die sich durch Verwirren mit anderer Vegetation so wie so zu flottirenden Inseln herausgebildet haben mussten, und wofür ich später aus der Jetztzeit noch analoge Beispiele besprechen werde, noch bedeutend vermehrt haben; denn durch Verwachsen von Rhizomtheilen musste dann ein Tragnetz im Wasser ohne Gleichen entstehen. Nöthig war dieses Verwachsen zur Bildung flottirender Inseln aber keineswegs.

Die Stigmarien sind aber auch selbständige Wasserpflanzen gewesen, aus denen manche frühcarbonische Kohlenfelder wesentlich bestehen sollen, und aus welchen selbständigen Stigmarien die Lepidosigillarien mit superaquatischen Stämmen zweifellos erst später entstanden. „Auffallend ist,"

*) Ich möchte aber doch hier eine recht passende Stelle aus Zincken (S. 43) abdrucken, der über Lesquereux's Artikel im Mining Magazine 1860 referirt: Drummond's See ist nur 15 Fuss tief und am Boden mit den Ueberresten eines wahrscheinlich durch sein eigenes Gewicht umgesunkenen Waldes bedeckt, ein Phänomen, welches in den grossen Torfmooren Schwedens, Dänemarks, ja selbst der Schweiz, häufig beobachtet wird; der See ist schon seit vielen Jahrhunderten frei und hat unter seinem Wasser die versunkenen Wälder mit Schlamm bedeckt.

schreibt z. B. Schimper in Zittel (Nr. 2, S. 208), dass an manchen Localitäten, wo Stigmaria ungeheuer häufig ist und oft mächtige Schichten ganz erfüllt, wie dies z. B. in den oberen Vogesen der Fall ist, noch keine Spur von Sigillaria aufgefunden worden ist." Schimper schreibt dort auch, „dass man die Stigmaria sehr lange als schwimmende Pflanzen mit glockenförmigem Stamme angesehen hat und sie in manchen Steinkohlenlandschaften als solche dargestellt worden sind." Erst, seit man sie auch als Rhizome von Lepidosigillarien erkannte, hat man deren Wasserblätter willkürlich als Würzelchen gedeutet. „Dans les couches géologiques les plus anciennes," schreibt u. a. Renault (Nr. 4 S. 297), „on ne rencontre que des troncs de Stigmaria sans trace aucune de tige de Sigillaire; il est vraisemblable que ce mode de végétation „des Sigillaires" seul a existé. Der letzte Satz ist betreffs „des Sigillaires" unrichtig; diese zwei Wörter sind zu streichen, denn wenn Stigmarien für Jahrhunderttausende allein existirten, waren sie noch keine Sigillarien, sondern selbständig schwimmende Pflanzen, deren Appendices also schon deshalb Blätter waren, weil es keine selbständigen Pflanzen nur mit Wurzeln giebt; wohl aber giebt es schwimmende Pflanzen ohne irgendwelche Wurzeln oder Würzelchen. Leo Lesquerreux (S. 507–514) vertheidigt eingehend die doppelte Natur der Stigmarien als selbständige Erscheinung und als Rhizome. Nach Feistmantel (vergl. Just's bot. Jahresb. I, 443) „kommt Stigmaria auch häufig getrennt vor, so bei Rothwaltersdorf nur Stigmaria ficoides ohne Sigillarien, so auch in Steinkohlenfundorten und noch häufiger im Rothliegenden; Stigmarien sind bei weitem die häufigsten Kohlenpflanzen."

Auch ist das Vorkommen von Stigmarien im Schieferthon, wie man auf jeder Steinkohlenhalde ersehen kann, kein solches, dass man auf einen Urwaldboden, wo doch die Blätter und Würzelchen zuerst vermodern, folgern dürfte: die kleineren Stigmarienreste liegen abgebrochen bunt durcheinander, aber nicht in natürlicher Lage. Wenn die Bäume in situ in Schlamm eingebettet worden wären, wie Potonié und andere Autochthonisten annehmen, dürften doch deren Rhizomzweige nicht vom Stamm abgebrochen und dislocirt sein; aber sogar die grössten aufrechten Lepidosigillarien zeigen Stämme, deren Rhizome dicht am Stamme oder nahe dem Umkreise desselben senkrecht abgebrochen sind, auch wenn sie im Underclay, alias „versteinerten Humus" (!?!) stehen.

Ausserdem kommen diese angeblich in situ befindlichen Stämme mit Rhizomresten manchmal ausser im Underclay auch in mineralischen mächtigen Sedimentschichten oberhalb der Steinkohlenschicht vor; sie brechen, wie das aus England öfters bekannt ward, durch das Hangende durch, sobald die Kohlenschicht darunter abgebaut wurde, und dadurch sind sogar Prachtexemplare davon bekannt worden. Das Alles erklärt sich nur dadurch, dass Bäume aus silvomarinen schwimmenden Matten in den Thonschlamm des Meeresbodens niedersanken. Dieser Thonschlamm lieferte den ebensoweit wie die grössten Kohlenfelder stets ausgedehnten Kohlenschieferthon, welcher eine rein pelagische Sedimentation ist. Wir stimmen aber den auf grosser Praxis beruhenden Ausführungen von Potonié zu, dass diese Stigmarienreste so wie sie im Thone liegen, nicht von ferne herbeigeführt werden konnten; sie können unbedingt, wie Potonié beweist, nicht allochthon sein.

Die Hypothese, dass Schieferthon der Waldboden für Lepidosigillarien gewesen sei, ist auch deshalb unrichtig, weil die Carbonpflanzen häufig und nachweislich ohne allen Waldboden zu Kohlenmagma abgelagert wurden. Schieferthon ist ebensowenig ein Vegetationsboden als Granit, Gneiss,

Glimmerschiefer und andere Silicatgesteine, auf denen manche reine mächtige Kohlenschichten unmittelbar lagern, wofür ich einige Beispiele citiren will: nach Mohr (S. 335) bei Zwickauer Kohlen und denen von Rive de Gier bei St. Etienne auf Silicatgesteinen manchmal unmittelbar; nach Toula (S. 163) „im Kohlenbecken von Creuzot, wo die streckenweise bis zu 60 m mächtig werdende Flötzmasse zum Theil unmittelbar auf dem Grundgebirge (Grauwacke) auflagert."

Bischof (S. 805) schreibt: „In jener (der Appalachian) Kohlenformation bilden die theils reinen, theils magnesiahaltenden Kalksteine, welche mannigfaltige organische Meeresreste einschliessen, bisweilen das Liegende oder Hangende der Kohlenflötze und sind manchmal in unmittelbarem Contact mit denselben. (Einen solchen unmittelbaren Contact zeigen auch häufig die Kohlenflötze in Europa.) An einigen Stellen ist die reine Kohle vom reinen Kalkstein nur durch eine einen Zoll dicke Zwischenlage von kalkigem oder kohligem Schiefer abgesondert. An anderen Stellen umschliesst ein Versteinerungen haltendes Kalklager einen dünnen Kohlensaum in fast unmittelbarem Contact."

Süss (II 308) schreibt: „In Illinois fehlt der Unterthon öfters, und die Flötze liegen auf Schiefer oder marinem Kalkstein." Leo (S. 10) bildet im Profil von Butschalka, Tula in Russland, ein 4 Arschin = 2,850 m mächtiges reines Kohlenlager ab, das, wie er auch schreibt, „direct auf devonischem Kalkstein" lagert.

Wir wollen von dem oben erwähnten, zum Theil 60 m mächtigen Kohlenlager absehen, weil es eine unregelmässige Meeresbassinbildung ist. Aber es giebt z. B. über 600 deutsche Quadratmeilen ausgedehnte reine Kohlenlager von 20—30 Fuss Mächtigkeit; vergl. F. von Richthofen (II S. 409, 439, 473). Das entspricht einer ursprünglich mindestens 400 Fuss mächtigen Auflagerung von Pflanzenresten. Hier darf doch selbst der verstockteste Vertheidiger der Theorie, dass Stigmarien-Rhizome im Erdboden wurzelten, höchstens annehmen, dass der allerunterste Theil dieses Kohlenmagma von vielleicht 1 Fuss oder meinetwegen 1 m Höhe entstanden sei aus etwaigen auf dem Boden gewachsenen Lepidosigillarien mit den Stigmarien-Rhizomen. Worauf wuchsen dann also die Pflanzen, welche die darüber befindlichen 397 Fuss Kohlenmagma lieferten? ihnen fehlte absolut der Waldboden. Da nun die Pflanzentheile sicher unter ihrer Wuchsstelle direct in erstaunlicher Ruhe sich ablagerten und eine Moorbildung im Meer jetzt nicht bekannt ist, die Ablagerung aber ebenso sicher im Meer stattfand, so kommen wir nothwendiger Weise zu dem Schluss, dass nur silvomarine Matten von manchmaliger Ausdehnung bis über 600 deutsche □ Meilen diese Ablagerung gebildet haben können. —

Fragen wir nun, wie es möglich ist, dass ein so tüchtiger Gelehrter wie E. W. von Gümbel zu der ungereimten Folgerung autochthon continentaler Carbonkohlenentstehung gekommen ist, nachdem er das Gegentheil rein sedimentärer Ablagerung aller Carbonkohlen bewiesen und anerkannt hatte, so giebt uns vielleicht ein Experiment Aufschluss, das er ausführte und dem er zu grosses Gewicht beilegte: laut S. 127 hat er einen Versuch gemacht, Torf unter 6000 Atm. senkrecht zur Torfschicht zu pressen; dadurch wurde er specktorfähnlich, zeigte aber regelmässige und vollkommene Schichtung in ganz dünnen Lagen. Aus diesem Experiment folgert er nun S. 205, dass man die Entstehung der Torflager und Steinkohlenlager in Parallele stellen könne. Das ist aber complicirt falsch, denn

1. sind die Steinkohlen lamellar, aber nicht gleichmässig geschichtet; sie bestehen in der Regel aus Lamellen von Glanzkohlen, Mattkohlen oder

anderen Steinkohlensorten und Thonlamellen mit häufiger Intermittenz zartester Russkohlensedimente.

2. leugnet Gümbel (S. 192) die Nothwendigkeit des Druckes zur Bildung der Steinkohle, und insofern scheint er grösstentheils recht zu haben.

Wie wir im Anfang mittheilten, bestreitet Gümbel (S. 201) die Sedimentation der Carbonkohlen im Meer, auch weil, mit streitigen Ausnahmen, Reste grösserer Meeresthiere fehlen sollen. Die betreffende Stelle lautet: „Reste grösserer Thiere, welche unbestrittene Meeresbewohner sind, fehlen gleichfalls, wenn man von den Unio-ähnlichen Anthracosien absieht, über deren Zugehör zu den Meeresthieren die Ansichten sehr getheilt sind. Einige wenige wirkliche Meeresmuscheln, wie Aviculopecten u. a. kommen höchst sporadisch vor, während echte Landthiere in ziemlicher Menge in der Kohle sich finden." Da ich nicht Zoolog bin, so erlaube ich mir nur einige bescheidene Einwände zur Erwägung zu geben:

1. Aviculopecten ist nach Zittel (Nr. 1 II 31) im Devon, Kohlenkalk und Dyas von Europa und Amerika sehr verbreitet; dieser „echte Meeresbewohner" ist also nicht blos sporadisch vorkommend.

2. „Die Anthracosien," schreibt Zittel (II 61), „finden sich meist schlecht erhalten und zusammengedrückt in grosser Zahl in den Schichten der productiven Steinkohlenformation und der älteren kohlenführenden Dyas, besonders häufig bei Kusel im Saarbecken, Bochum in Westphalen, Löbejün bei Halle, Newcastle, Durham und Bradford in Yorkshire, in Belgien, Russland und Nordamerika." S. 59 stellt Zittel Anthracosia zu den marinen Gattungen. Gümbel schliesst sich anscheinend denen an, die ihnen einen Süsswassercharakter vindiciren; aber es ist ein circulus vitiosus, aus einer solchen Vermuthung die Folgerung zu erheben, dass die Flora der productiven Steinkohlenperiode deshalb eine auf Continente und deren Gewässer beschränkte Flora gewesen sei. Die in Bezug auf Süsswasser und Salzwasser zweifelhaften zahlreichen Carbonthiere, wozu ja ausser Anthracosien etc. auch viele Fische gehören, die aber den Lagerungsverhältnissen der Petrefakten nach marin sind, weisen doch nur darauf hin, dass das Meer damals salzarm war, und dass sich erst später die Differenzirung in Süsswasser- und Salzwasserwesen, sowohl für Pflanzen als für Thiere herausbildete.

3. Zu den echten Landthieren des Carbon gehören nach Credner (S. 483) Arachniden, Scorpione, Tausendfüsse, Schaben, Termiten und Locustiden. Nun hat man solche im Kohlenkalk, der rein marin ist, meist aber in Plerodendron (= Füllmassenbäume) gefunden, die eine marine Bildung sind, welche auf die Carbonzeit beschränkt ist, wie ich S. 35 nachwies. Es ist also wohl logischer, sie als silvomarine Bewohner zu betrachten, die erst später auf das Land übersiedelten, als auch dort eine passende Flora entstand.

4. Die Froschsaurier oder Stegocephali werden blos für Süsswasserthiere gehalten, weil sie in der productiven Steinkohlenformation vorkommen, und man diese für ein terrestrisches Süsswassergebilde hält. „Die kleineren Formen," schreibt Zittel (III S 369). „scheinen sich vielfach in hohlen Baumstämmen eingenistet zu haben; wenigstens kommen in Schottland ihre Ueberreste vorzugsweise in Sigillarien und Lepidodendronstämmen vor." Dass aber diese Lepidosigillarien Landpflanzen waren, wie ich nachwies, eine leere Vermuthung; es waren silvomarine Bäume. Zittel schreibt weiter: „Die grösseren waren Raubthiere, welche vermuthlich von Fischen und Crustaceen nährten; ihre fast überall in Gneiss, Skeletttheilen vorkommenden Coprolithen enthalten vorzugsweise

von Acanthodes, Palaeoniscus und anderen Ganoidfischen." Wenn wir uns nun bei Zittel (III S. 332–333) die Tabelle über die zeitliche Verbreitung der Fische ansehen, so finden wir, dass von 10 Ordnungen der Ganoidei 7 Ordnungen bis Ende des Carbon ausgestorben sind, eine andere Ordnung hat ihre Hauptentwickelung im Carbon (mit Obercarbon = Dyas); 4 Ordnungen, die aber alle nicht palaeozoisch sind, existiren jetzt noch. Wir haben es daher wohl bei den palaeozoischen Ganoiden mit ausgeprägten Meeresbewohnern zu thun, die sich nicht dem Leben in continentalen Gewässern anpassten, als die Flüsse constant wurden und ihre auf ursprünglich nackten Continenten nur vorauszusetzende zeitweise Wasserlosigkeit verloren. „Merkwürdigerweise," schreibt Zittel (III S. 142), „leben alle recenten Ganoiden entweder ausschliesslich oder doch zeitweilig in süssem Wasser, während die fossilen häufig in rein marinen Ablagerungen und in Gesellschaft von Ueberresten mariner Organismen vorkommen. Die tertiären Ganoiden stammen allerdings aus Süsswasserbildungen." Die carbonischen waren also trotz des ausgeprägten Süsswassercharakters der Ganoiden marin. Da nun von diesen Meeresfischen die Froschsaurier lebten, so weist dies auch auf eine silvomarine, aber keine terrestrische Fauna zur Carbonzeit hin.

Das Aussterben der meisten dieser Thiere mit Ende der Carbonzeit geht parallel mit dem Aussterben ihrer Nahrung: der in und unter dem silvomarinen Walde gedeihenden Wasserflora; beider Aussterben erklärt sich am ungezwungendsten mit der steigenden Versalzung der Oceane, bei der silvomarinen Carbonflora unter Mitwirkung der Climazonenbildung, welche unruhigere Meere verursachte. Eine Erscheinung bedingte die andere, nur in der Wechselwirkung lernen wir diese Verhältnisse verstehen und die bisherigen Räthsel lösen sich.

5) Im Spätcarbon gaben 2 Meeresbuchten, in die vitriolhaltige Quellen mündeten, Veranlassung, dass sich darin dünne Lager einer erdig unreinen, mit Erzkiesen gemischten kohlenhaltigen Substanz mit vielen Resten vergifteter Meeresfischen, Crustaceen und Froschsauriern bildeten:

(I.) der Mannsfelder Kupferschiefer, 0,6 m mächtig mit zahllosen Resten von vergifteten, oft noch im Todeskrampf gekrümmt erhaltenen Ganoidfischen; er besteht aus schwarzem bituminösen mergelhaltigen Schlamm. Das Bitumen stammt von den verwesenden Thieren, die schwarze Farbe von Kohlenschlamm aus den silvomarinen Ablagerungen; die Kupferkiese aus der Reduction der vitriolhaltigen Quellwässer durch Organismen; die Kupferkiese beschränken sich aber fast nur auf die unterste 0,1 m mächtige Lage. Ich verweise wegen dieser Angaben auf H. Credner's Elemente der Geologie, kann aber nicht seiner Muthmassung beistimmen, dass die schwarze Farbe dieser Schiefer von Thieren herstamme; denn solche haben niemals schlammige Kohlensubstanz veranlasst. Wie bei anderen Kohlenschiefern muss die Farbe von Kohlenmagma abgeleitet werden, wie dies auch der nächste Fall klar beweist.

(II.) Die Plattelkohle von Nürschau bei Pilsen in Böhmen; hier haben wir ähnliche Verhältnisse, wie schon das folgende aus A. Fritsch, Fauna der Gaskohle und Kalksteine der Permformation entlehnte untere Profil (darüber lagern unmittelbar mehr und reinere Steinkohlen) erkennen lässt. Nur handelt es sich hier um Schwefelkies, der aber auch blos in der untersten Schicht sich befindet, und es ist mehr Kohlensubstanz damit vermischt, zwischen welcher Kohlensubstanz sich viele deutlich erhaltene Saurierreste befinden und ferner etwas thoniger Eisenstein liegt; letzterer gleicht dem Blackband der Engländer, das anderorts auch nur marin, se-

dimentär, aber ausgeprägter im Carbon vorkommt. Das Profil ist lehrreich genug.

5. Cännelkohle, compakte glänzende Kohle mit muscheligem Bruche; enthält zahlreiche Stämme von Stigmaria ficoides, sparsame Farrnreste und sehr selten einzelne Knochen von kleinen Sauriern. 30 cm hohe Schicht.
4. Dünnschiefrige Platten; spaltet in dünne Platten, enthält Saurier, Fische, Gampsonychus und viele Farrnreste. 25 cm hohe Schicht.
3. Lettenstreifen, graue, z. Th. feste Schichte von Schieferthon 2—5 cm.
2. Dicke und gestreifte Platten. Plattelkohle mit weissen thonigen Streifen und zum Theil mit dünnen Lagen von Thoneisenstein verunreinigt. Hauptfundort der Saurier, namentlich nach oben, gegen das Zwischenmittel. 30 cm hohe Schicht.
1. Grüne Platten; blättrige Kohle mit zahlreichen in Schwefelkies umgewandelten Calamiten.

Profil des Thierreste führenden Kohlenflötzes des Humboldtschachtes in Nürschau bei Pilsen.

Gümbel (Taf. III Fig. 59a) giebt von dieser Plattelkohle in 100facher Vergrösserung einen Querschnitt, der dem auf S. 75 gegebenen der Tulakohle sehr ähnlich ist; es kann kein Zweifel über die marine Sedimentation sein, und mit ihr waren gleichen marinen Ursprungs die mit den Pflanzenresten innig gemischten Lurch- und Knorpelfische (Dipnoi, Selachii) und die Froschsaurier (Stegocephali). Ich habe keinen Auszug gemacht, wieviel von den auf 90 Tafeln von Fritsch 1879—1889 abgebildeten marinen Thierresten aus dem Obercarbon (Perm) Böhmens auf dieses seltene Vorkommen in der Nürschauer Gaskohle kommen, aber bis zum 19. März 1875 hatte Fritsch, wie er in der Einleitung S. 3 mittheilt, aus der Pilsener Gasanstalt, welche diese Kohle verarbeitete, schon 11 Saurier-, 5 Fisch- und 4 Arthropoden-Arten gefunden; auf Seite 10—11 im Jahre 1879 werden aus dieser Gaskohle 32 Thierarten und 55 obercarbonische Pflanzenarten aufgeführt. Sie entstammen demselben Meer, aus dem auch die andern im Meereskalk erhaltenen Meeresthierreste stammen und sind ein sicherer Beweis für die silvomarine Carbonflora.

Wenn nun auch durch den Verkohlungsprozess mit Kohlensäureentwickelung als Nebenprodukt sonst kalkige und zarte kieselige und alle fleischigen Theile der Thiere verschwanden, so sehen wir also doch durch *den seltenen Zufall* vitriolhaltiger vergifteter Bassins sogar die Knochen

und Zähne höherer carbonischer Meeresthiere mitten in Carbonkohlen erhalten. Dies Vorkommniss in der Nürschauer Gaskohle ist ein ausnahmsweiser Fall, dass luftathmende carbonische Thiere — die man bisher irrig als Landthiere deutete — mitten in der Kohle selbst sich finden; ausserdem sind sie im hochoceanischen Kohlenkalk gefunden worden, wohin diese Luftathmer wunderbarer Weise immer nur verschwemmt sein sollen; ferner sind sie aus Plerodendren, also im Meerschlamm versunkenen Stämmen von Sigillarien etc. bekannt, aber diese sind nicht in den Kohlenschichten selbst zu finden. Wenn dagegen Gümbel merkwürdiger Weise, um seine Carbonlandkohlentheorie zu stützen, schrieb, dass echte Landthiere in der Kohle in ziemlicher Menge sich finden, so gebrauchte er diesmal „Kohle" im Sinne von Kohlenformation; in der Kohlenformation sind aber auch andere Meeresthiere ungeheuer häufig!

Da die Anhänger der carbonischen Land- bezw. Sumpfflorentheorie gern die häufige Meeresthierzwischenlagerung im carbonischen Schichtenbau übergehen, (von Botanikern z. B. auch Solms und Schumann) oder doch nur unmögliche vereinzelte Einschwemmungen mariner Thierreste annehmen, so will ich noch (vergl. auch meine Phytogeogenesis S. 166, 169—171) einige betreffende Notizen aus dem citirten wohlbekannten Werke von E. Süss wiedergeben:

S. 300 „In einer Schichtfolge von New Haven am unteren Wabash, Illinois, sind 26 petrefaktenführende marine Einschaltungen und 16 Steinkohlenflötze im Wechsel vorhanden. Einzelne marine Lagen erreichen bis zu 35 Fuss."

S. 302. „In allen irischen Kohlenrevieren, mit zwei Ausnahmen, finden sich diese durch das Erscheinen von Seethieren ausgezeichneten Gannisterbeds vor, ebenso . . .; dieselben marinen Einschaltungen erscheinen im nordfranzösischen Flötzgebirge. Im Becken von Charleroi sieht man in einer solchen Bank die beiden Schalen eines Mytilus in Menge paarweise aufgeklappt nebeneinander liegen. Das ist nur bei ungestörter Verwesung möglich. Diese Bänke sind also das Ergebniss ruhigen Absatzes."

„Zwischen den oberschlesischen Kohlenflötzen wurden marine Einschaltungen von F. Roemer 1863 entdeckt." . . . Ueber diese Flötze bemerkt er S. 298, Ostrau und Karwin in Mähren und Schlesien betr.: „Lässt man die Flötze unter 15 cm ausser Betracht, so ergiebt die ältere Abtheilung in einer Mächtigkeit von 3793 m 179 Kohlenflötze und die jüngere Abtheilung, welche 415 m mächtig ist, umschliesst 39 Flötze, zusammen 218 Flötze in einem 4208 m mächtigen Flötzgebirge und durchschnittlich 1 m Steinkohle auf 28 m Sandstein und Schiefer."

S. 305. „Es fehlt also in Russland auch nicht an einem Wechsel von marinen Bänken und von Flötzen. Hiernach ergiebt sich, dass diese Art des Schichtenwechsels für die Flötze des Carbon sehr bezeichnend ist."

S. 299. „Die Oscillationstheorie ist insbesondere in England betont worden," aber Süss will nicht fragen, „wie oft sich das gesammte Gerüste des Planeten nach aufwärts und wieder nach abwärts bewegen sollte, um ähnliche Reihen von Flötzen zu bilden." In Deutschland haben auch noch H. Credner und F. von Richthofen die Oscillationstheorie beibehalten; sie ist indessen nicht blos wegen der unnatürlichen, blasebalgartig sich repetirenden, zu häufigen Oscillationen unhaltbar, sondern auch, weil bei den Oscillationen der vorher abgelagerte Kohlenbrei zeitweise ins Gebiet der Ebbe und Fluth hätte kommen müssen, also wieder weggeschwemmt worden sein müsste; ferner weil sich reine vegetabilische Detritus- und Humus-

aufhäufungen überhaupt nicht gleichmässig über Inseln ausbreiten, noch weniger gar bis 100 Fuss hohe oder gar mehrere hunderte von Fuss mächtige, reine ± breiige Lager von vegetabilischen Resten gleichmässig über Inseln von manchmal über 600 deutschen Quadratmeilen Grösse! Das sind Unmöglichkeiten.

Im Gegensatz zu der Oscillationstheorie, aber unter Berücksichtigung der sedimentären, also unter Wasser entstandenen Ablagerung des Kohlen liefernden „Detritus" stehen verschiedene Bassintheorien, welche namentlich die Franzosen festhalten. Man kann auch die Barrenhafftheorie von Ochsenius dazu rechnen, welche von Franz Toula (S. 184) nur für tertiäre autochthone Kohlen angedeutet war, und für dieselben wohl annehmbar ist; für die Carbonkohlen erkennt Toula selbst die Unzulänglichkeit aller bisherigen Theorien an, wobei er die meine noch nicht kannte. Ochsenius (l. c.) hat dann diese Barrentheorie auch für das Carbon erweitert und nach dem Recept seiner Salzbarrentheorie als Universalheilmittel ausgebaut; er lässt alle Carbonkohlen allochthon sein. Die Theorie ist von den Landbassintheorien nur durch Annahme von Haffs — also Deltabildungen mit einer niederen Barre an Uferwällen, die von Flüssen erst gegen die Brandung abgelagert sind — bei nur wenige Meter schwankendem Wasserniveau verschieden. Die Deltabildungen sind aber niemals sehr tief, kämen also bei dem Carbonschichtenbau, der tausende von Metern hoch ist, nur in Betracht, wenn auch im hohen Ocean die Kohlensedimentation möglich ist; dann brauchen wir aber diese Barrentheorie nicht. Etwaige jährliche zeitweise Wassererhöhungen der Flüsse konnten auch allenfalls blos jährliche Abwechselungen von diversen Sedimenten bringen, während im Carbonschichtenbau viele einzelne Schichten je Jahrhunderte zu ihrem Aufbau brauchten.

H. Potonié, wie schon erwähnt, wendete sich gegen Ochsenius' und andere allochthone Theorien, weil die „Appendices" = Wasserblätter der Stigmarienrhizome im Thonschiefer radial ausstrahlend, wie im Leben eingebettet sind, was also, wie bei den oben erwähnten Mytilus-Schalen von Charleroi, nur das Ergebniss eines ruhigen Absatzes in frischen Schlamm des Wassergrundes sein kann. Vergl. auch Phytogeogenesis S. 189, wo betont wurde, dass zusammengehörige Theile zarter Farnwedel ohne Confusion sedimentirt sich finden und Blätter einer und derselben Species oft angehäuft neben einander in marinen Schichten vorkommen.

Noch beweisender für die äusserst ruhige Sedimentation sind eigentlich die feinen Partikelchen von Faserkohle, die sich zwischen den Mikroflötzen, bezw. feinschieferigen Lagen der Carbonkohlen, besonders in den sogenannten Russkohlen häufig finden. Diese nadelartigen Faserkohlenpartikel sind ziemlich reiner Kohlenstoff und wie J. W. Dawson (S. 627—637 Taf. 17—19) nachwiess, Reste von Gefässbündeln aus Blättern, Stielen etc., die äolisch nebst dem abgestorbenen Holz vertrockneten und unter verzögerter Verwesung äolisch carbonisirten, ehe sie untersanken. Wenn Holz an der Luft langsam verwittert, verschwindet H und O mit etwas C und ein fast reines Kohlenskelett bleibt zurück, wie Liebig experimentirte (Dawson S. 627). A. Kerner (I S. 241) erwähnt, dass Holzwerke unter dem vorspringenden Dache alter Häuser oberflächlich durch die Lufteinwirkung verkohlen. Dawson hat durch seine mikroskopischen Untersuchungen den Beweis erbracht, dass diese zarten Faserkohlenpartikel, die „in the plains of lamination of the coal" liegen, wirklich solche carbonisirte Gefässbündelreste sind. W. von Gümbel stimmt Dawson zu. Wenn man nun diese äolisch zerfallenen Holztheilchenreste aus verwitternden Hölzern und

Bäumen in terrestischen Wäldern entstanden denkt, so bleibt es unerklärlich, dass in den zweifellos sedimentären Carbonkohlen grober angeblich zusammengeschwemmter Pflanzendetritus, also Rinden, Stämme, Zweige sich bei der Zuschwemmung nicht von diesen äusserst zarten und kleinen, leichten, äolisch entstandenen Gefässbündel- und Geweberesten mechanisch sortirt haben! Blos ein supermariner Wald erklärt diese seltsame und häufige Sedimentation feinster Faserkohlenpartikel in Russkohlen etc. als lamelleres Zwischenmittel, das auch im Anthracit nach Gümbel vorkommt, der das feinste Detritusausschwemmungsprodukt des Carbonkohlenmagma ist.

Alle verschiedenen carbonischen allochthonen und Landbassin-Theorien sind aus folgenden Gründen unhaltbar:

1. Die Zuschwemmung gestattet keine solche ungestörte Sedimentation von Fossilien sub situ, wie wir vorstehend fünf ganz verschiedene Beispiele aufführten; sie zerstreut vor allem zusammengehörige Blatttheile oder Blätter desselben Species und sortirt die groben grossen Theile von den minutiösen leichten Theilen (Faserkohle), was beides meist nicht der Fall ist.

2. Eine reine Zuflötzung von organischen Detritus zu reinen Kohlenfeldern, sei es humusartiger Detritus oder Rinden und Holzfragmente, aus denen die Steinkohlen wesentlich bestehen, also ohne gleichzeitige Zuschwemmung von mineralischen Sedimenten, existirt überhaupt nicht. Die frühere Annahme massenhafter Treibholzanhäufungen zu reinen Kohlenlagern ist, wie ich noch weiter zeigen werde, nicht natürlich begründet. Auch jede Pflanzendecke schützt den Humus darunter derart, dass er nicht bemerkenswerth weggeschwemmt wird. Die carbonisch reine Zuflötzung von Pflanzendetritus ist ein Aberglaube.

3. Die Carbonlandbassintheorie bedarf allmälig versinkender Bassins; sie unterscheidet sich dadurch von der Oscillationstheorie, dass letztere zeitweis intermittirende Hebungen annimmt, während dessen die Kohlenflora auf den Inseln existirt habe. Aber diese fortwährenden Senkungen müssten stellenweise wegen der Mächtigkeit des Carbonschichtenbaues bis zu 7000 m betragen haben; ausserdem müssten bei benachbarten Bassins manchmal ganz andere gleichzeitige Senkungen stattgefunden haben, insofern die Mächtigkeit der einzelnen Sedimentschichten dieser Bassins total verschieden ist. Diese fortwährenden Senkungen an sich und ungleich nebeneinander wären aber ein doppeltes Wunder.

4. Die Landbassintheorien können die häufige Intermittenz von reinen öfters starken Kohlenschichten und meist viel stärkeren mineralischen Schichten nicht erklären. Reines Kohlenmagma hat sich also z. B. ein Jahrhundert lang abgelagert, dann aber verschwand die angeblich in und um das Bassin wachsende Kohlenflora (wie? wodurch? wohin?), denn es lagerten sich nun während viel längerer Zeiträume im Durchschnitt 30 mal soviel, ± kohlenfreie mineralische Sedimente darüber. Der Prozess müsste sich aber intermittirend hundertemale wiederholt haben, und das ist wiederum eine Complication von Wundern.

5. Es giebt gar keine so grossen Bassins, wie sie manchen Kohlenfeldersedimenten entsprechen. Toula (S. 185) betont am Schluss seines Buches, dass nicht einmal die heutigen Delta des Ganges, Brahmaputra, des Mississippi und des Nil zusammengenommen so gross seien als das pennsylvanische Carbonkohlengebiet. Die vereinigten Staaten besitzen nahe beisammen an sechs Stellen Steinkohlenfelder, die nach E. Roth (S. 615) einen Flächenraum von einer halben Million qkm einnehmen. Nach Lesquerreux (S. 613) ist ein ± 8 Fuss mächtiges Steinkohlenlager über 35260 qkm = 640 geogr. Quadratmeilen ausgedehnt und das von Südost-

Shansi in China ist nach F. von Richthofen (II S. 409, 439, 473) etwa ebensogross, aber durchschnittlich 20—30 Fuss mächtig. Nun stelle man sich also vor, dass die Kohlenschichten im Verhältniss zu den thonigen oder sonst mineralischen Sedimenten des Carbonschichtenbaues im Mittel abgerundet $^1/_{30}$, bezw. $^1/_{29}$ nur betragen (zu welchem Schluss ausser Süss wie S. 59 citirt auch H. B. Geinitz (S. 156) kam, nämlich $^1/_{29}$ Kohle: $^{28}/_{29}$ anderen Sedimentschichten) und dass mindestens die 200fache Menge zufliessenden Wassers erst 1 Theil Sediment erzeugt, so bedingt dies auf einen etwa 30mal längeren Zeitraum eine Vergrösserung des Bassins um etwa das 200fache. Dann erhalten wir für diese zwei Kohlenlager je „Bassins," die mindestens 16mal so gross sind als der Kaspisee! Hatte aber ein grosses Bassin Abfluss, so wurden auch die feinen Thone, deren Partikel 4 Monate Ruhe zum Niederschlagen brauchen und die im Carbonschichtenbau vorherrschen, wenigstens in ihrer Hauptmasse fortgeschwemmt. In grossen Binnenseeen sondert sich ja auch Thon ab, aber nicht in solcher Menge, Ausdehnung und in solchen Schichten. Ein Binnensee 16mal so gross wie der Kaspisee ist eine Unmöglichkeit. Nimmt man aber gar alle 6 nordamerikanischen benachbarten Kohlenfelder in Rücksicht, die dann doch ein einziges Bassin gebildet haben mussten, so ergiebt sich mindestens die 10fache Wassermenge und das kann eben nur ein offenes Meer aufnehmen. Die Bassins können also nicht continental gewesen sein; sie waren mindestens Meerbusen. Die grössten Kohlenfelder waren aber auch nicht darauf beschränkt, sondern sind rein pelagisch entstanden und sie fanden nur dort eine Begrenzung, wo die Thonsedimentation im Meer aufhörte und die Meereskalkbildung überwog; weiter hinaus, ergiebt sich von selbst, wurde Kohlenmagma nicht petrefaktisch erhalten, sondern später verschwemmt und durch Verwesung vernichtet.

Durch die silvomarine Flora erklären sich dagegen die intermittirenden Ablagerungen von Kohlenfeldern und thonig mineralischen Sedimenten ungezwungen; denn die Sedimentation konnte ruhig vor sich gehen und zeitweises Aufhören der Flusssedimente erklärt sich durch zeitweises Verlegen der Mündungen grosser Ströme, wie dies z. B. auch bei chinesischen Flüssen noch in neuerer Zeit vorgekommen ist, wo der Huangho jetzt in einen anderen Meerbusen seine Sedimente ablagert als früher.

Mit welcher Befangenheit im altbergmännischen Begriff „Kohlenmulden bezw. -becken oder -bassins" auch Carbonkohlenfelder als solche beurtheilt werden, zeigt uns der tüchtige Geologe H. B. Geinitz (I S. 25), der als Beweis für die Beckenbildung das Profil auf Tafel 16 und 12 citirt, während diese Profile nur eine scheinbare Bassinbildung mit ineinander geschachtelten, zum Theil aufrecht gebogenen, also gefalteten, zum Theil verworfenen Schichtenbau zeigen. Wenn das eine ursprüngliche Bassinbildung wäre, so hätten sich ja die Sedimentschichten zum Theil in senkrechten Wänden abgelagert!!!

Ein ebenso irreführender altbergmännischer Ausdruck wie Kohlenbecken ist „Kohlenflötz", weil Flötz nach der einen Wortableitung zwar nur Lager bedeutet, meist aber im Sinne von „flössen" altdeutsch, z. B. bei Luther, „flötzen", bairisch und sächsisch noch „flözen", d. h. „zuschwemmen" gebraucht wird. Weder Braunkohlenlager noch Steinkohlenfelder sind aber zugeflösst. —

Die verschiedenen Theorien über Carbonkohlenentstehung, die noch heute fortspuken, weil die Geologen mit der Verwerfung einer gegnerischen Theorie auch die vom Gegner angeführten Facta nicht zu berücksichtigen pflegen — eine mehr eklektische als wissenschaftliche Manier — werden also von Gümbel in autochthone und allochthone eingetheilt; es giebt aber noch eine dritte Classe, die er nicht berücksichtigt hat, die Theorie, dass die meisten Carbonpflanzen schwammen, deren absterbende Theile unter dem Wasser sich ablagerten und nur wenig oder in seltenen Fällen eine Verschwemmung der subaquatisch entstehenden feinsten Detritustheile zu Anthracit erfuhren, und diese will ich pelagochthon nennen. Ich definire diese Begriffe wie folgt:

Autochthonie ist die ungeordnete Ablagerung der kohlenliefernden Substanz direct auf dem Boden der Vegetation (also ohne Medium des nivellirenden Wassers zwischen Vegetation und Boden), mit ausnahmsweiser schmitzenartiger Einlagerung sedimentärer Laubkohle.

Allochthonie ist die ungeordnete Ablagerung von grober kohlenliefernder Substanz an entfernter Stelle; nur pulveriger Detritus lagert sich sedimentär, wenn er weggeschwemmt wird.

Pelagochthonie ist die sedimentär geordnete Ablagerung grober Substanz im Wasser (des Meeres) direct unter der Vegetation; ein secundäres Product ist der aus dem Kohlenmagma manchmal ausgeschwemmte pulverige Detritus, der sich als Anthracit entfernt ablagerte.

Wir müssen die Ausnahmen betrachten, wie sie sind, und dürfen Ausnahmen nicht mit der Regel verwechseln; wir müssen also auch die secundären Erscheinungen von den Haupterscheinungen unterscheiden und dürfen sie nicht beide in Parallele stellen, wie es Gümbel gethan; sonst kommen wir eben zu Irrschlüssen. Bei den dreierlei Entstehungsweisen der Kohlen lassen sich folgende Gruppen unterscheiden:

1. Autochthon.

1a. Subtropische oder tropische Braunkohlenlager aus waldbewachsenen Mooren, ohne Sphagnum.

1b. Neuzeitliche Torfbildung in kühleren Regionen, mit Sphagnum.

1c. Gemischte Bildung aus nur theilweise mit Bäumen und Sträuchern bewachsenen Mooren und zeitweise Ueberschwemmungen mit unregelmässiger Auflagerung der Sedimente von allseits auskeilender oder linsenartiger Zwischenlagerung; dies, weil die Vegetation fortdauerte und die Ueberschwemmungen unregelmässig mit meist anderortiger Aufschwemmung sich wiederholten.

1d. Litorale Sümpfe mit gelegentlicher unregelmässiger oder mariner Brackwasser-Beimischung, die sich durch locale Veränderungen der Deltas (z. B. Haffbildung) oder locale geringe Senkungen auch ohne katastrophische marine Einschwemmungen erklärt.

1e. Laubkohle; von den am Ufer stagnirender Gewässer wachsenden Bäumen abfallende Blätter, kleine Aestchen etc. versinken loco im Wasser, werden durch Humussäuren carbonisirt, von Wasser etwas lamellar nivellirt. Dadurch entstehen aber nur Schmitzen, d. h. so untergeordnete Bestandtheile im Nebengestein oder in der Kohle (analog der jetzigen Bildung in bewaldeten Mooren), dass sie die Hauptmasse oder das Nebengestein gleichsam nur beschmutzen.

2. Allochthon.

2a. Treibhölzer und sonstige Katastrophenhölzer (von abgerutschten oder mit dem Erdboden versunkenen Bäumen oder „Wäldern") bilden verschwindend untergeordnete Bestandtheile im Boden oder nur Kohlenschmitze, aber keine Kohlenlager.

2b. Dislocirte Kohlenlager, z. B. durch Gletscher.

2c. Sedimentäre Torfe; der ausnahmsweise etwas weggeschwemmte feinste Torf-Detritus bildete

c'. Seetorf mit wenigen, oft nur mikroskopisch bemerkbaren oder gar keinen Thonlamellen;

c''. Papiertorf, d. i. bituminöser Thon mit Infusorienerde;

c'''. Blätterkohle, d. i. Mergelthon mit wenig sedimentärem Torf.

3. Pelagochthon.

3a. Normale paralische Carbonkohlenfelder, nur aus sedimentärer Mikroflötz-Kohle bestehend, oft über ungeheure Strecken und in Hunderten von Schichten, welche mit mineralischen Sedimentschichten abwechseln, deren jede Schicht meist für sich nahezu gleich bleibt, oder einseitig verschmälert ausgeht. Die Kohlenschichten sind aus Resten flottirender Wälder entstanden und zeigen keine oder nur an beschränkten Localitäten (nach dem Strande zu) Reste schlammwurzelnder Bäume. Hierzu gehören die paralischen Kohlenfelder Naumann's, die am schönsten in Nordamerika und China ausgeprägt sind und in denen die vielen dünnen Kohlenschichten mit viel mächtigeren Sedimentschichten abwechseln und ein nicht seltener Wechsel am Ausgehenden mit reinem Meereskalk stattfindet. Es giebt aber auch einige sehr mächtige weit ausgedehnte pelagische Kohlenfelder.

3b. Meeresbusenlager; beschränktere, aber zum Theil sehr mächtige Lager aus Mikroflötzkohle bestehend, mit öfters an einer Seite (nach dem hohen Ozean zu) sich mehrfach auskeilenden Kohlenlagern und einkeilenden pelagischen mineralischen Sedimentschichten. Ausser den silvomarinen Resten auch häufige Reste von schlammwurzelnden Bäumen. Am schönsten ausgeprägt in Frankreich. Hierher gehören die limnischen Bassinbildungen Naumann's zum Theil, der damals noch nicht die Schwarzkohlen in Tertiärkohlen ohne und Carbonkohlen mit Mikroflötzen theilte. Die Carbonkohlen charakterisiren sich schon durch ihr manchmaliges Auskeilen im Meereskalk als Meeressedimente, was dann also auch für Meeresbassinbildungen gilt. Der Ausdruck limnisch ist blos für continentale Becken beizubehalten.

3c. Amorpher Anthracit, aus feinstem Detritus mit mikroskopischen Thonschichten bestehend, in allen Regionen vom Silur bis Obercarbon vereinzelte verschwemmte, öfters unregelmässige Lager bildend. Es sind hier unter Anthracit nur solche kohlenstoffreichste Sorten verstanden, die keine Mikroflötzstructur zeigen; auch die Faserkohle und Staubkohle und der Koksanthracit ist ausgeschlossen. Ob es silurische Anthracite giebt, die nur aus krautiger Vegetation entstanden, ist eine offene Frage; solche amorphsedimentäre Anthracite, welche meist Faserkohle einschliessen, sind aber nur aus anderem Magma ausgeschwemmt. —

Autochthone subtropische Braunkohlenlager hielt man früher aus Treibhölzern entstanden, und berief sich dabei auf die Anschwemmungen von Treibhölzern im Nordpolarkreis und die Anhäufungen von Trafts im Mississippi und auf Pflanzeninseln im oberen Nil. Nun bin ich zwar in vier Welttheilen viel gereist und habe schon manchen Irrthum aufgeklärt,

z. B. über die, auch zu Kohlentheorien herangezogenen Sargassowiesen*) im Atlantic (vergl. O. Kuntze Nr. 5 und Nr. 3 S. 915—918), habe aber stets nur natürliches Treibholz als sparsam vereinzelte Stämme in Flüssen oder vor Flussmündungen gesehen. Im Mississippi und Rio Paraguay und La Plata-Strom sah ich wohl einzelne vom Ufer abgerissene Bäume, die als mit Erdmasse belastet, sich im Flusse verstaucht hatten, und um welche sich wohl eine bescheidene Wasserflora angesiedelt hatte, aber diese können doch keine Kohlenlager liefern; sie werden nur sehr vereinzelt in den Flusssedimenten eingebettet und können im günstigsten Fall Kohlenschmitze bilden.

Dass im Polarkreis angeschwemmte Bäume, wo sie wegen des kalten Klimas nicht verwesen können, im Laufe der Jahrtausende an Inseln zugeschwemmt sich angesammelt haben, ist ja möglich; jedoch scheinen die Berichte darüber ebenso aufgebauscht zu sein, wie die über das Sargassomeer, wo man nicht aus einer Mücke oder Maus, sondern aus irgendwelchem viel kleineren Wesen als einer Laus einen Elephanten gemacht hatte. Bedenklich erscheinen mir diese Angaben, seit J. Schmalhausen und von Toll (l. c.) nachgewiesen haben, dass die sogenannten Holzberge der Insel Neusibirien nicht aus Treibhölzer bestehen, sondern aus Hölzern, die dort wuchsen, als das Klima dort noch wärmer war; von Toll erwähnt der „Noahhölzer", wie man die angeblich in horizontalen Reihen am Strand bei den Flussmündungen aufgespeicherten Holzstämme benannt hatte. Aber das war nur eine Vermuthung, die von Middendorf geäussert hatte (vergl. auch Süss l. c. II S. 615), welche nun B. E. von Toll für Neu-Sibirien als unrichtig nachwies. J. Schmalhausen beschreibt dann die tertiären neuen Pflanzen von dort und giebt ein Profil der Lagerstätte, die im Berg schräg aufsteigend zwischen anderen Gesteinsschichten liegt. Auch die Treibhölzer von Grönland und Banksland sind tertiär und liegen die Stämme zum Theil noch neben den Stümpfen, die zum Theil über Berg und Thal ausgebreitet waren und durch die Vereisung, bezw. das kalte Klima, zum Theil durch eisen- und kalkhaltige Wasser conservirt wurden; vergl. Saporta (S. 126—128 Taf. 3). Es liegt auch nahe, anzunehmen, dass ein Theil der Wälder, die jetzt anderorts oft noch bis an die Gletscher herangehen, bei zunehmender Vereisung des Landes von den Gletschern verschoben wurden und so Treibholz in arktischen Zonen lieferten, wo es eben nicht verwest. Wenn es überhaupt polare grössere Treibhölzermassen giebt, so verdanken sie ihre Erhaltung dem kalten Klima, sind also nicht

*) So z. B. von Mohr l. c. und Karl Engelhardt l. c. Wie ich in Nr. 5 nachwies — vergl. auch Referat in den Verh. der Ges. für Erdkunde zu Berlin 1881 S. 95—98 — besteht das Sargassomeer nur aus vereinzelten, dort nicht vegetierenden, sondern zeitweise vom Strand abgerissenen Sargassoresten, die nach einiger Zeit untersinken, aber keine Reste auf dem Meeresboden hinterlassen; wenigstens sind bei Planktonforschungen nie solche Reste am Meeresgrunde gefunden worden. Engelhardt, ein Professor an der Wiener Handelshochschule, ist in seinen naturwissenschaftlichen Argumenten nicht gerade glücklich, kommt aber wesentlich aus folgenden zwei zutreffenden und zwingenden Gründen zu dem Schluss, dass die Ablagerung der Carbonkohlen im Meere aus Meerespflanzen stattfand: 1. er berechnet S. 42—44 aus dem spezifischen Gewicht der Carbonkohlen und des im Mittel etwa halb so schweren Holzes, ferner aus deren Gehalt an Kohlenstoff, dass der dichteste Hochwald kaum ein Kohlenflötz von 1 cm Mächtigkeit liefern könnte und dass zum stärksten Kohlenflötz von Aveyron, das 30 m mächtig ist, ein Holzfloss von 788 m Höhe aufgethürmt gewesen sein müsste. Das aber könne unmöglich durch Treibhölzer entstanden sein. 2. Es kommen manchmal sehr dünne und ausgedehnte abwechselnde Schichten reiner Kohlen und Letten bezw. Thone vor, ohne dass diese auch nur ein einziges Mal von den Wurzeln supponirter, darauf wachsender Bäume durchsetzt seien; mithin ist auch terrestrische Entstehung aus wurzelnden Land- oder Sumpfpflanzen ausgeschlossen.

zur Erklärung von tropisch oder subtropisch entstandenen Kohlenlagern anwendbar; es giebt nirgends in der gemässigten und warmen Zone natürliche Anhäufungen von Treibholz als vielleicht in Binnenseeen; mir ist indess noch keine vorgekommen. Die Anhäufungen im Mississippi bringen keinen kohlenliefernden Detritus in's Meer; Leo Lesquerreux (S. 612) schreibt nach den Erfahrungen im Mississippi und Amazonenflussdelta: The drifted materials of deltas and delta islands composed of sand, mud and trees intermixed cannot constitute a bed of coal.

Das ist ja auch im Nildelta der Fall; gleichwohl sind die schwimmenden Pflanzeninseln im oberen Nil zur Stütze mancher Kohlentheorien benutzt worden. Ob sie autochthone Kohlenlager bilden, ist unbekannt, allochthon im Nildelta aber sicher nicht. Ich entnehme einer Notiz in den Verh. der Ges. für Erdkunde zu Berlin 1894 S. 339 Angaben von Ventre Bey, wonach Anfangs Juni sich zu Cairo im Nil die sogenannten „Grünen Wasser" als Wirkung der Abrasirung der grossen Vegetationsmassen am Oberlauf des Stromes durch den ersten Ansturm der Hochfluth zeigen; also die von October bis Juni sich ansammelnden Pflanzeninseln werden im Juni wenigstens zum Theil abrasirt, aber die Abrasionsprodukte häufen sich als solche nirgends an. Auch diese ins Meer geschwemmten Pflanzenreste verschwinden durch Thierfrass oder Fäulniss, und sollten sie auch einmal im Meerschlamm ein Grab finden — bei den Tiefseeforschungen sind nur äusserst wenige Fälle bekannt geworden, dass einzelne vom Land stammende Pflanzenreste am Meeresgrund gefunden wurden — so können sie auch nur und höchstens Kohlenschmitze bilden.

Die subtropischen Braunkohlenlager, welche man früher für Treibholzanhäufungen und betreffs erdiger und gemeiner Braunkohle für dislocirte vermoderte Pflanzenreste hielt, wie C. F. Zincken (S. 37—42) in seinem guten Compilationswerk angiebt, und zwar mit der widerspruchsvollen Motivation, welche auch die französischen Bassintheoristen neuerdings angewendet hatten: „die damals allgemeine Bedeckung des Bodens mit Vegetation verhinderte die Fortführung unorganischer Stoffe, mit welchem jetzt die Flüsse mehr oder minder beladen sind." Das ist absurd, denn 1. beweisen die mineralischen Sedimente, die sogar im Mittel 30mal mächtiger sind als die Carbonkohlenzwischenlager, dass die Flüsse schon seit den ältesten Zeiten, und früher sogar reicher sedimentführend waren als jetzt, wo eine reichere Landflora das Land vor grösserer Abschwemmung schützt. 2. Soll doch der organische Detritus rein und massenhaft weggeschwemmt sein, wofür kein Analogon existirt, denn Schmitzenbildung ist dafür kein Analogon.

Die subtropischen und tropischen Braunkohlenlager sind wie folgt entstanden, worüber auch C. F. Zincken (S. 42—45) nach Lesquerreux ähnlicher Schilderung referirt; ich wiederhole hier die kürzere Darstellung nach Lyall in Solms' Werk (S. 18) vom Great Dismail Swamp an der Ostküste Nordamerikas bei Cap Hatteras: „Derselbe besteht aus einer schwarzen breiigen Schlammmasse und ist von einer dichten verflochtenen Decke strauchartigen Unterholzes überzogen, in der die mächtigen Waldbäume, meist Taxodium distichum und Chamaecyparis, wurzeln. Diese letzteren sinken mitunter von selbst in senkrechter Richtung in den Schlamm ein oder gerathen in denselben, vom Wind umgeworfen; ihr Holz bleibt dann vollkommen erhalten. Man fischt denn auch grosse Massen des werthvollen Holzes aus diesem Sumpf heraus. Merkwürdig ist, dass infolge der Vegetationsdecke, die das Auseinanderfliessen verhindert, die Mitte des Moors, von einem

grossen See eingenommen, etwa 12 Fuss höher liegt als das umgebende Land." Vergl. auch S. 53 Fussnote.

Lehrreich, besonders für die französischen Palaeontologen, welche zum Theil eine Terrassensumpfflora annehmen, aus welchen der Detritus in die Bassins geschwemmt worden sein soll, sind diese durch die südöstlichen Vereinigten Staaten bis einschliesslich Florida oft bis an die Küste sich erstreckenden riesigen Moore, weil sie nicht ausgeschwemmt werden, trotzdem sie oft nur wenige Meter über dem höchsten Wasserstand der Gezeiten sich befinden. Diese französische Theorie ist also thatsächlich unbegründet. Ich habe sowohl die Taxodium-Sümpfe am Mississippi kennen gelernt, als neuerdings die waldbewachsenen Moore der Hylaea.

Der grösste zum Theil schwimmende Moor der Welt ist wohl der, welcher sich am Zusammenfluss des Rio Paraguay und Rio Cuyaba, bezw. Rio Lourenço in Mattogrosso befindet; ich fuhr mit einem Dampfer von Cuyaba nach Corumba hindurch; es war eine wegen des damals niedrigen Wasserstandes öfters unterbrochene und langsame Reise, sodass ich reichlich Gelegenheit hatte, diese bewaldeten Guatos-Moorsümpfe, die sich zur Regenzeit über drei Breitengrade hinziehen, zu studiren. Das Bemerkenswertheste ist nun, dass der grosse schiffbare Lourenço-Fluss, der dort wasserreicher als der Rio Paraguay ist, stundenlang mitten durch einen auch zur Trockenzeit schwimmenden Moor sich windet, ohne dass überhaupt beobachtbare Fortschwemmung von organischem Detritus stattfindet! Seltenere Uferschollen des schwimmenden Moores werden wohl bei Hochwasser abgerissen, bestehen aber nicht aus Detritus, sondern aus lebenden Pflanzen, siedeln sich anderswo wieder an, oder gehen verstückelt ins Meer. Das Flusswasser ist dort vom Moor durchsichtig bräunlich gefärbt, wie es Moorwässer anderwärts auch zeigen, und läuft am Zusammenfluss mit dem Rio Paraguay neben dessen hellen Wasser noch eine lange Strecke einseitig parallel. Ueberall am Rio Paraguay und an dessen grossen tropischen und subtropischen Nebenflüssen, von denen ich den Rio Tebicuari bis Villa Florida hinauffuhr, während ich den Rio Paraguay und Rio Parana — welch letzterer eigentlich nur ein Deltagebiet ist — bis zur Mündung ins Meer durchfuhr, überall findet man dort ausser dem Sand- und mit Löss gemischten Lehmboden der Savannen auch die humusreichen, zur Regenzeit überschwemmten Uferwälder und Sümpfe dicht an den Fluss treten, ohne organische Detritusabschwemmung ausser etwa zerstreuten einzelnen Treibhölzern von Bäumen, die vom unterwaschenen Ufer manchmal abstürzen und dann absterben. Ja, die merkwürdige Pontederia-Wasservegetation, in deren Schwimmwurzelwerk sich der feine Flussschlamm ansammelt, schafft unter sich Boden und auf demselben, also im Ueberschwemmungsgebiet, schwarze Humuserde, und doch wird man vergeblich nach angeschwemmtem Kohlenmagma in dem ungeheuren Deltagebiet dieses Riesenstromes suchen! Ich wenigstens sah nirgends organische Detritusreste kohlenlagerartig oder in bemerkenswerthen Mengen angeschwemmt.

Wir brauchen aber gar nicht so weit zu reisen, um zu finden, dass die Vegetation überall den darunter liegenden Humus und Detritus gegen Abschwemmung schützt. Ueberall in der Welt, wo sich die Luftfeuchtigkeit an Felsen häufig oder dauernd staut, sehen wir Humus reich entstehen, und Humussäuren haben ja die Eigenschaft, die Verwesung aufzuhalten und kohlenstoffreichere Substanz zu bilden. Die Hochmoore auf den Gebirgen haben oft Wasserabfluss, aber der Moor bleibt zurück, kein organischer Detritus geht fort, von gelegentlichen sehr seltenen Katastrophen vielleicht abgesehen; aber Katastrophen liefern keine Kohlenlager.

Auf den Paramas der feuchten Hochländer der nördlichen Anden sind die Hochmoore ebenso und vielleicht mehr ausgeprägt als in Europa. Im Tunarigebirge durchritt ich einen solchen Hochmoor zweimal in je mehreren Stunden. Derselbe hatte einen kräftigen Wasserabfluss mit reinem Wasser! Wo sich Luftfeuchtigkeit der feuchteren Gebiete an Felsen oder an regelmässig wehenden conträren Winden staut, sehen wir humusreiche krautbewachsene Erde über Berg und Thal sich aufbauen und zwar oft ganz in unmittelbarer Nähe der Steppe und Wüste. So ist es auf dem Tafelberg bei Capstadt der Fall und aus anderen Gegenden bekannt, wovon Kerner (I S. 282) einige Beispiele aufführt. So fand ich es auch im Kaffernland bei Toiseriver-Station und zwischen dem Perie-Wald und Kingswilliamstown südlich vom Karroowüstengebiet. So fand ich ferner Tschernosem = krautbedeckte schwarze Erde über Hügel im Kaukasus auf meiner Excursion nach dem Goktscha-See. So fand ich diese schwarze bewachsene Erde über Hügel wieder in Uruguay, wo der trockene Pampero mit der Luftfeuchtigkeit des Atlantic sich oft begegnet und sie staut oder niederschlägt. Aber trotz dieser über Berge sich erstreckenden Ausbildung des Humus, entführt der Regen den Humus nicht, weil der Humus von der Vegetation gegen Wegschwemmung geschützt ist. Da das Festhalten des Detritus durch die Vegetation auch — wie gezeigt — neben den grösseren Flüssen der Fall ist, so muss die carbonische Zuschwemmungstheorie, welche die Franzosen ausbauten, als ein Aberglaube bezeichnet werden. Aber wir stimmen mit ihnen überein, dass das Kohlenmagma unter Wasser in Bassins sedimentirt wurde; nur waren die französischen Kohlenbassins Meeresbassins und die Sedimentation des Kohlenmagma erfolgte aus einer schwimmenden Wasserflora, also aus einer silvomarinen Flora. Uebrigens sind die carbonischen Bassinkohlenlager abweichend von carbonisch pelagischen ausgedehnteren Kohlenfeldern unregelmässiger und durch öfter getheiltes Auskeilen nach einer Seite zu charakterisirt. Da nun, wie schon erwähnt, das Auskeilen der Carbonkohlenlager zuweilen in marinen Kohlenkalk stattfindet, so ist damit ein directer Beweis gegeben, dass die Sedimentation des Kohlenmagma im Meere selbst stattfand.

J. Klinge (S. 426—461) hat eine Monographie über Moorausbrüche publicirt; er zeigt sich darin, wie auch in früheren Publicationen, als ein gründlicher Telmatologe, d. h. Kenner aller die Torfmoore betreffenden Thatsachen. Ueber Hochmoore, welche sich wesentlich aus Sphagnum aufbauen, führt er u. a. aus: Hochmoore sind blos von Luftfeuchtigkeit bedingt; sie wölben sich mit der Zeit, in der Mitte bilden sich Teiche, manchmal von ungleicher Höhe nebeneinander und nur durch dünne, für Wasser impermeable Torfwände getrennt. Der Torf ist eine verwebte Masse, hat für Wasser zwar eine grosse, aber nur eine bestimmte Absorptionscapacität und wird dann für Wasser undurchdringlich. Der Torf vermischt sich niemals in breiiger Form mit dem Wasser der Hochmoorteiche. Es giebt sogar innerhalb des Torfes überwachsene Bäche, deren Wasser sich mit dem Teichwasser gar nicht mengt, sobald eine Torfschicht dazwischen ist. Die Wassercapacität des Torfes ist aber so bedeutend, dass Hochmoore bis 4 m hoch steilansteigend existiren. Aussergewöhnlicher Wasserzufluss zerstört die Torflager nicht, und die äusserst seltenen Moorausbrüche, deren bisher überhaupt nur 11 aus aller Welt, die meisten davon aber aus Irland bekannt geworden sind, und welche von Klinge sehr eingehend behandelt wurden, sind die Folge von zufällig unter ihnen stattgefundenen Erderschütterungen, Erdstürzen, Rutschungen und dergl. gewesen, wobei sich mit viel Wasser wenig Torf, relativ zum Erdschlamm, in die Um-

gebung ergoss, wobei auch die Umgebung mehr oder minder zerstört und mit einer unreinen Mischung von Erdschlamm, Torf und Torfschollen überlagert ward, welche Mischung bald austrocknete und die hygroskopischen Eigenschaften des Torfes verlor.

Eine allgemeine Verflüssigung der Torfmasse (wie man früher annahm) existirt nicht und die mechanisch verflüssigte und zertrümmerte Torfsubstanz bei den sehr seltenen Eruptionen ist eine secundäre Erscheinung, die sich an eine local stets beschränkte Ausbruchsstelle knüpft. Torfschollen werden auch von Flüssen, die zuweilen durch Moorgründe fliessen, bei Hochwasser fortgeführt. Bei Hochwasser und plötzlich damit erhöhtem Grundwasser, welches die Torfdecke hebt, werden dann auch grosse Torfschollen „schwimmenden Landes" mit darauf befindlichen Wäldern, Feldern, Bauerngehöften flottirt, was im Waakhusener Gebiet stattfindet.

Nachdem Klinge auf 33 Seiten dieses Thema gründlich und mit Thatsachen beweisend erörtert hat, macht er zum Schluss einige vermuthungsweise und mehr fragweise Andeutungen, wie diese Erfahrungen der „Telmatologie" sich auf die „Anthrakologie," die Steinkohlenbildungslehre verwenden liesse; er meint, die flottirenden Wälder, wie ich sie in meiner Phytogeogenesis darlegte, mögen ihre Berechtigung haben, aber nicht für alle Steinkohlen und Anthracitbildungen passen. Nun, die Sphagnummoore befinden sich ausschliesslich nur in gemässigten Zonen, bezw. Regionen und sie sind, wie schon von verschiedenen Anthrakologen hervorgehoben wurde, weder für ein wärmeres Klima der Carbonzeit anwendbar, noch durch petrifaktische Funde begründet.

Die Flachmoore, besonders die aus Gräsern bestehenden und gemischten Moore der wärmeren Regionen zeigen ausserdem wirklich manchmal feine Absonderung von feinem Torfdetritus an den Moorteichen, und darauf oder auf ähnliche Sedimentation ist die seltene Entstehung des Seetorfes, des Papiertorfes und der bituminösen Blätterkohle zurückzuführen. Auch die Anthracitbildung ist offenbar nur eine feine und relativ seltene Ausschwemmung aus dem carbonischen Kohlenmagma, wobei die gröberen meist aus Rinden und Holz bestehenden sedimentaren Ablagerungen zurückblieben. Aber sonst sind alle Steinkohlen von lamellarer, bezw. Mikroflötzstruktur, während anstehender Torf das niemals ist. Deshalb ist auch die Hochmoorbildung für die Anthrakologie nicht verwendbar; die Moorausbrüche noch weniger, denn sie liefern ja nur mit Erde und Sand etc. gemischtes Material. Klinge meint, vielleicht seien die aufrechten Stämme im Carbonschichtenbau von Kohlenmasse umgeben und später verkieselt. Hiergegen ist einzuwenden (vergl. S. 31, 34) dass diese Plerodendren der Carbonzeit weder verkieselt sind, noch sich in den Steinkohlenschichten selbst befinden; letzteres erklärt sich leicht, weil im Carbonmagma versinkende Stämme dem Verkohlungsprozess ebenfalls unterlagen, während eben nur die in mineralischen Sedimenten eingebetteten Stämme einen Abguss hinterlassen konnten, durch dessen Ausfüllung diese carbonischen Plerodendren entstanden. Selbst die Calamitenstämme, die doch oft mit spitzem unteren Stammende im Schlamm der Bassins scheinbar wurzelten, gehen niemals in die Kohlenlager hinein, wie auch Brongniart, Dawson, Fayol zeigten (vergl. F. Toula l. c. 164). Torfbrei, wenn er ins Meerwasser geflossen wäre, müsste dort in den anderen mineralischen Zuschwemmungssedimenten verschwunden sein, wie es mit allem pflanzlichen Detritus der Fall ist, der von Flüssen fortgeführt wird. Auch die Guatos-Wassermoore, durch die, wie ich oben schilderte, der Lourençofluss sich windet, machen davon keine Ausnahme.

Da Klinge betont, dass wir von tropischen Mooren fast nichts wüssten, so will ich, nachdem ich bereits die den subtropischen Taxodienwäldern entsprechende tropischen Hylaeawälder (S. 6) schilderte, noch eine Skizze über die Guatosmoore liefern. Sie sind wesentlich verfilzt durch ausläufertreibende schwimmende Gräser und Pontederiaceen. Von letzteren ist besonders zu erwähnen: Piaropus crassipes Britton (= Pontederia c. Martius = Eichhornia c. Solms), welcher ins Wasser gehende Ausläufer mit zahlreichen dicht und fast haarförmig verzweigten, schlammfangenden Wurzeln treibt und im Wasser kugelig aufgeblasene, innen schwammige Blattstiele als Schwimmorgan besitzt; ausserdem ist stellenweise sehr häufig der robustere Piaropus azurea Raf. (Sw.) und der zartere Piaropus natans O. Ktze. (Beauv.). Alle diese halten den Flussschlamm etwas fest. Darauf siedeln sich insbesondere Gräser und mannshohe aufrechte Sträucher von Ipomoea fistulosa Martius, ferner hohe Sträucher oder Bäume von Capparis Tapia L. und Bäume der Polygonaceen Uvifera = Coccoloba und Triplaris an. Letztere hat wie Ipomoea fistulosa auch hohle Zweige, worin, wenn Triplaris am Land wächst, Ameisen wohnen; Araliaceenbäume von Didymopanax sah ich auch in diesen Guatosmooren. Das sind die Charakterpflanzen; dazwischen vielerlei Kräuter und kleine Sträucher, auch hochstaudige Scitamineen, ferner der schwimmende Wasserfarrn Salvinia, schwimmende Utricularia und grüne Algen sind in Moorpfützen häufig. Das Ganze bildet dichte schwimmende Wiesen mit vielem Buschwerk und vereinzelten Bäumen. Die wirren schwimmenden Gräser, die jedoch gelegentlich auch auf Schlamm oder im Moor wurzeln, bestehen wesentlich aus Panicum chloroticum Nees, P. zizaniodes HBK. und Panicum inflatovaginatum O. Ktze. (= Paspalum repens Berg. non Panicum repens Lin.); deren Stengelglieder sind hohl und die im Wasser gestreckten Theile sind öfters aufgeblasen. Die Ausläufer treiben am Ende oder an den Gelenken zuweilen aufrechte oder aufsteigende Blüthenstengel. Die letztgenannte Art hat an den gestreckten Gliedern kahnförmig aufgeblasene blattlose Blattscheiden, die nach Morong als Floats, also Schwimmorgane zu wirken scheinen. Von Panicum chloroticum schreibt Thomas Morong (S. 260): „An aquatic species with floating culms 2—5 m in length. It was mainly owing to this grass that we could not get our little steamer through the great laguna on the Picolmayo, and so were compelled to abandon our voyage and return to Asuncion.“ So lange diese Gräser compacte Matten bilden, wird der darin aufgespeicherte Moor, welchen man auch manchmal noch in den Wurzeln von Herbarexemplaren sehen kann, nicht ausgewaschen, und das durchfliessende Wasser färbt sich nur gelbbräunlich. Wie dicht das verfilzte Gewebe der Gräser und Pontederien-Ausläufer ist, konnte ich daraus erkennen, dass an unserem Raddampfer, mit dem ich bei Corumba hielt, ein abgerissenes flottirendes Inselchen davon, etwa 2 m breit und 4 m lang, welches bereits infolge des weiteren Transportes im Fluss von allen anhängenden Moor- und Schlammtheilen befreit war, sich in das Schaufelrad des Dampfers festgesetzt hatte, und mit Stangen nicht loszumachen war. Da sah ich zu meinem Erstaunen zwei Schiffsleute in diese im tiefen Fluss flottirende Grasinsel springen und in derselben gehen; sie versanken nur ein wenig darin, und konnten mit wenigen grossen Schritten hochgehobenen Fusses sich weiter bewegen.

Warum sollte die silvomarine Flora, die doch ausser den Stigmarien, Lepidosigillarien und flottirenden vielverzweigten, krautigen Sphenophyllaceen und ausser den Farnen mit zum Theil kriechenden, zarten Rhizomen, noch mancherlei andere kleinere, weniger petrifaktionsfähige Pflanzen, so

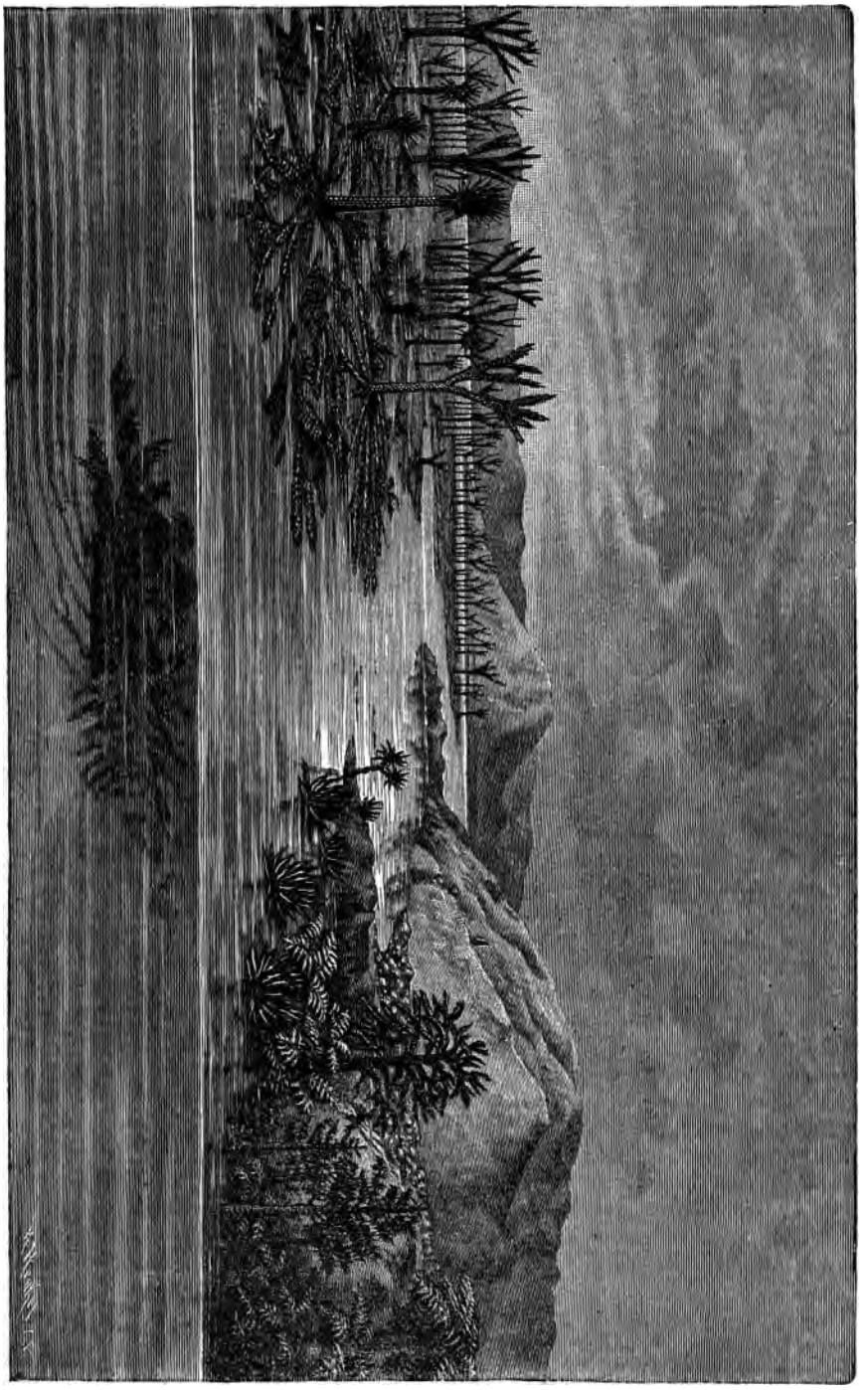
auch massenhafte Tange gehabt haben muss, nicht auch eine ähnliche Verwebung zu flottirenden Wäldern gehabt haben? Dabei braucht ja gar nicht ausgeschlossen zu sein, dass in flächeren Bassins ausserdem besonders noch die schlammwurzelnden Farnbäume, Calamitaceen, Cordaitaceen etc. wuchsen, die dann auch die Ufer besiedelten und dort sich zu festerem Gefüge und kräftigem Holzbau, wie namentlich die Araucariten, entwickelten. Die schwimmenden Theile der Calamitaceen nannte man früher Asterophyllites und Annularia; man stellt sich z. B. bei Calamites ramosus Artis horizontal weit ausgedehnte, um den Luftstamm schwimmende Zweige vor; vergl. in Tula (Taf. VI Fig. 7). Es ist kaum zu bezweifeln, dass diese Calamiten mit kriechenden Rhizomen in den silvomarinen Matten ebensowohl existiren konnten, und dass sie sich darin erst entwickelt haben. Auch hier ist es wie bei Stigmaria im Verhältniss zu den daraus entstandenen Lepidosigillarien bemerkenswerth, dass schwimmende Annularien und Asterophylliten schon in unteren Devonschichten vorkommen, während daraus entstandene aufrechte Calamiten ebenfalls erst später auftreten.

Die Wasserpflanzen sind nicht in situ verkieselungsfähig, und daher sind auch nur wenige carbonische Landpflanzen in situ verkieselt, während die silvomarinen Stämme allenfalls als in Schlamm eingesenkte Plerodendren erhalten blieben, und andere kleinere Pflanzenreste durch ausnahmsweise locale Hebung oder angeschwemmt als Incrustationssilicification und Verkalkungen erhalten wurden. Die Farne dagegen waren Ubiquisten, die sowohl den flottirenden Meereswald als krautige und vielleicht wie heutzutage noch epiphytische, und mit schwachen Rhizomen kriechende und kletternde Formen bewohnt haben müssen und auch erste Landbewohner wurden. Es ergiebt sich also ein ideales Florenbild der Steinkohlenperiode, wie ich es in meiner Phytogeogenesis gab und hier (S. 72) wiedergebe, wobei man zu berücksichtigen hat, dass die dichtere Verwebung der flottirenden Inseln durch kleinere Pflanzen sich bildlich nicht deutlich darstellen liess und also zu ergänzen ist; im übrigen ist das Bild am Schluss meiner Phytogeogenesis mehr erläutert.

Dass ferner die nicht petrifaktionsfähigen Tange zwischen und in dem flottirenden silvomarinen Waldboden sich massenhaft befanden — wie Algen auch im flottirenden Torfmoore und flottirenden Flussmooren vorkommen, — ist nicht nur ein biologisches Erforderniss, sondern wird auch indirect durch die Thatsachen bewiesen, welche F. Mohr (S. 323/4) betonte, dass, wie Mohr, Landolt und Bussy zeigten, in den Carbonkohlen Jod und Brom sich findet; denn nur Meerespflanzen liefern Brom und Jod. Das ist wie der früher schon erwähnte Salzgehalt und relativ reiche Stickstoffgehalt aller Carbonkohlen beweisend für ihre submarine Sedimentation; letztere wird auch dadurch bewiesen, dass selbst die grössten, schon ihrer Ausdehnung nach pelagischen Kohlenfelder in primärer Lagerung einen völligen Mangel an Erosion documentiren; wären sie auf dem Land oder in Deltas oder in Bassins entstanden, wo Ströme einmünden oder gar durchfliessen (etwa wie beim Bodensee), wobei stets Flussbetten erodirt werden, so dürften continentale oder lacustre Erosionen nicht fehlen.

Von verschiedenen Anthrakologen ist bestätigt worden, dass die Steinkohlen sich in ihrem Haupttheil aus Rinden aufbauten; davon rühren die glänzenderen Theile, welche fast reiner Kohlenstoff sind, in den Mikroflötzlamellen der Carbonkohlen her. Diese wurden aber im Verkohlungsprozess breiartig, was schon daraus hervorgeht, dass wie Fremy (S. 341) zeigte, sich auf der Carbonkohlenmasse Pflanzenabdrücke bildeten.

Durch einige günstige Umstände sind uns nun ein paar Carbonkohlen-



Ideales Bild der Steinkohlenflora.

lager im statu nascendi erhalten worden, die weiteren Aufschluss geben. „Die von Grand' Eury entdeckten berühmten eckigen Kiesel von Grand Croix bei St. Etienne — schreibt Solms (S. 22) —, die das Material eines in Bildung begriffenen Kohlenlagers in versteinertem Zustande umschliessen, enthalten die Pflanzenreste zum grossen Theil in abgeplatteter Form, obschon dieselben ganz locker auf- und übereinander liegen . . . Thatsache, dass diese abgeplatteten Stämme, Wurzeln und Zweige nur noch aus einem Rindenrohr bestehen, aus welchem die inneren Gewebe, zumal auch die holzigen Achsen entfernt sind . . . Es ist ferner da, wo die Rindenröhre ihren Holzcylinder noch umschliesst, dieser letztere gewöhnlich in unregelmässige Bruchstücke, die öfters gegen einander verschoben erscheinen, zerspalten. Mitunter findet man noch einzelne Brocken an Ort und Stelle, das übrige ist entfernt. Es ist ferner merkwürdig, dass man die erwähnten Rindenröhren sehr vielfach einseitig aufgeschlitzt und dann an einem Bruchrand ganz aufgerollt findet, dass sie meist nur in Stücken mässiger Länge vorkommen etc." Autochthon könne dies nicht sein, meint Solms, und vergleicht es dann zutreffend mit der Vermoderung im Urwald, z. B. im Böhmerwald, wo das Holz auch so halbverwest in zusammengehörigen Bruchstücken nebeneinander liegen bleibt. Das widerspricht sich aber, denn wenn die Ablagerung nicht autochthon ist, so können doch auch die zusammengehörigen Bruchstücke selbst bei langsamster Wegschwemmung nicht bei einander bleiben. Und hat man wohl irgendwo eine reine Zusammenflössung von Rindenbruchstücken aus Urwäldern gesehen? Sicher nicht! Am ehesten müsste dies noch bei den grossen Strömen Südamerikas der Fall sein, wo die Urwälder der Hylaea — die grössten in der Welt — zur Regenzeit überschwemmt werden; es ist aber keine Rindenzusammenschwemmung bekannt, weder im Delta des Amazonenstromes noch an seinen Ufern oder an seinen Nebenflüssen, noch in den jährlich überschwemmten Urwäldern. Dort gehen die Rinden, am Gestrüpp des Unterholzes hängen bleibend, einzeln verloren, und verwesen vollständig. Jeder der abseits vom Wege in tropischen Urwäldern war, weiss wie schwierig es ist, darin wegen des Unterholzes tief einzudringen — ich habe das auch in meinem Werke „Um die Erde" öfter betont. Man muss sich gewöhnlich begnügen, den Rand der Urwälder kennen zu lernen, aber ich habe auf meinen Reisen doch recht viel Urwälder studirt und sogar in der Hylaea des Tieflandes von Bolivien einmal eine seltene Gelegenheit gehabt, einen neu geschlagenen, 5 km langen Weg durch den grossartigsten Urwald zweimal zu passiren, welchen Weg der grösste Zuckerfabrikant Boliviens, Dr. Casiano Gutierrez in San Ignazio vor Kurzem erst nach dem Rio Yapacani hatte schlagen lassen, um einen Flusshafen zur Verschiffung seiner Fabrikate nach dem Amazonenstrom zu erreichen. Auf Grund meiner Erfahrungen behaupte ich, es giebt überhaupt keine Zusammenschwemmung von Rinden zu Lagern, nicht einmal zu so kleinen, die Kohlenschmitze, geschweige denn Kohlenlager, veranlassen könnten.

Eine solche Ablagerung ist eben nur unter einem silvomarinen Wald möglich, auf dessen flottirenden Matten das Holz äolisch noch verwittern und verfaulen konnte und die Rinden dann zerbarsten, um entweder bei grösserer Anhäufung die schwimmenden Matten zu durchbrechen oder über hinderliche schwimmende Rhizome zerbrechend ruhig wasserdurchtränkt in ähnlicher Lagerung beieinander unterzusinken. Damit harmonirt auch sehr schön die früher erwähnte Zwischeneinbettung von Faserkohle, die aus verwitterten kleinsten Holzfragmenten entstand und welche, ebenso wie die in manchen Kohlen häufigen winzigen leichten Sporen noch we-

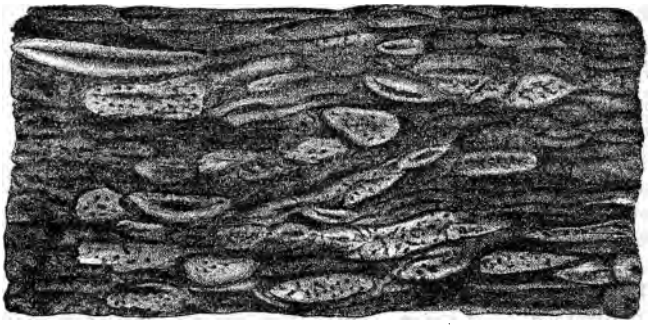
niger einer Zuschwemmung unterworfen gewesen sein konnten, und zwar weil sie nicht sortirt sind.

Eine andere Carbonkohlenlagerbildung in statu nascendi ist im Donetzer Kohlengebiet, besonders um Tula in Russland braunkohlenartig erhalten worden. Der Carbonisationsprozess ist also unterbrochen worden — ob durch locale Hebung und Trockenlegung oder durch baldige Ueberlagerung mit Kohlenkalk oder sonst welche andere Ursache, braucht nicht hier erörtert zu werden, genug es ist so. Vorausbemerkt muss werden, dass das russische Carbonbecken mit Kohlenfeldern bei Moskau, Donetz und am Ural von A. Karpinski (S. 361—365) als ein einheitliches zusammenhängendes Meeresbecken nachgewiesen worden ist, wobei die Donetzer carbonischen Sedimente mit ihren 225 Kohlenschichten „in einer grossen, tief die krystallinischen Gesteine (Granite) gegen Westen eingreifenden Bucht dieses Meeres abgelagert worden sind. Darin sieht Karpinski die Ursache der besonderen petrographischen Zusammensetzung des Donetzer Beckens, vorherrschend aus solchen Gesteinen (Sandsteine und Arkose), welche ihr Material den krystallinischen Gesteinen verdanken. Dieses Material ist nicht nur durch die Brandung, sondern auch durch Süsswasserströmungen entstanden und abgelagert worden, wie es die Süsswasserpetrifakten des Donetzer Beckens beweisen."

Ich bin nicht Zoolog und kann nicht beurtheilen, ob die im Carbon so häufigen, von Karpinski erwähnten Spiriferen Brackwasserthiere waren und ob die angegebenen Süsswasserpetrifakten nicht auch Brackwasserthiere gewesen sein können; denn nur schwachsalzig, wie Brackwasser, kann das carbonische Meer gewesen sein. Wenn man aber berücksichtigt, dass noch jetzt Vertreter vieler Pflanzenfamilien im Brackwasser, aber nicht im Salzgehalt des jetzigen Meeres gedeihen, so lässt sich das Aussterben der Carbonpflanzen wesentlich auf die steigende Versalzung des Weltmeeres zurückführen, und das Aussterben mancher carbonischen häufigen Thiergattungen wird wohl dieselbe Ursache gehabt haben; ebenso die theilweise Anpassung anderer Gattungen einerseits an continentale Süsswasser, andererseits an salzreich werdendes Meerwasser, wird wie bei den Pflanzen, wohl auch bei den Thieren der Fall gewesen sein. Jedenfalls bleibt die Deutung ausgestorbener Gattungen, ob Salz- oder Brack- oder Süsswasserthiere oft problematisch und muss sich eben auf andere Thatsachen stützen. Ausserdem ist sogar das Vorkommen luftathmender Thiere im silvomarinen Wald nicht blos ein biologisches Erforderniss, sondern, wie schon erwähnt, oft genug auch in pelagischen Schichten, namentlich in den Füllmassen der Plerodendren und sogar im hochoceanischen Kohlenkalk constatirt worden, dabei Reptile, Waldschnecken, Tausendfüssler und kleinere Insecten, die also den silvomarinen Wald thatsächlich bevölkerten.

Betrachten wir nun das nebenstehende, nach Gümbel (Tafel III Fig. 64 b) copirte Bild, welches einen Querschnitt aus der devonischen Gaskohle von Tschulkowa im Gouvernement Tula, Südrussland, darstellt und woran Gümbel folgende Bemerkungen knüpft: Diese Kohle „zeichnet sich dadurch aus, dass sie ziemlich zahlreiche, sehr gut erhaltene, zum Theil in Pflanzenkohle verwandelte, zum Theil mit einem weissen Staub überzogene Pflanzenreste umschliesst, welche meist der Schichtung parallel liegend eine schichtenartige Absonderung der Kohle hervorrufen. Zuweilen nehmen diese Pflanzeneinschlüsse auch eine quer durch die Kohle gerichtete Lage an. Die Verhältnisse, unter welchen diese Pflanzentheile hier sich in der Kohle finden, sind genau dieselben, wie wenn solche Reste in dem gewöhnlichen Kohlenschiefer eingebettet liegen. Das ist in Bezug auf die Bildungsweise

dieser Kohle von Wichtigkeit, weil es beweist, dass das Bildungsmaterial auch der Kohlenmasse angeschwemmt und sedimentirt wurde." Die Anschwemmung der Kohlen liefernden Pflanzenreste ist, wie ich bewiesen habe, ausgeschlossen; es bleibt blos die pelagochthone Sedimentation sub situ. „Unter diesen, mit deutlich sichtbarer Pflanzentextur versehenen Einschlüssen kommen ziemlich häufig solche vor, welche sich förmlich von der Kohlensubstanz abheben und weiter untersuchen lassen. Namentlich gilt dies von den äusserst zarten rindenartigen Blättchen mit narbenartigen Löchern, welche als Lepidodendron tenerrimum bezeichnet werden." „Sie (die Hauptmasse dieser der Braunkohle in Farbe mehr als der Steinkohle ähnlichen Substanz) enthält ähnliche Sporenkörperchen, zahlreiche Faserkohle und breit parallelstreifige Blattfragmente, dazu aber in enormer Masse rundliche Klümpchen von zweierlei Algen, eine kleinere Form, wie wir sie bisher bei der Cännel- und Bogheadkohle gefunden haben und eine verhältnissmässig sehr grosse Art mit verzweigten Aesten, welche wie aus übereinanderliegenden Uhrgläsern zusammengesetzt sich darstellen." Wegen des letzteren „Algen" resp. marinen niederen Thieren, welche Gümbelina und Microaulopora sind, vergl. S. 45.



Devonische Gaskohle von Tschulkowa bei Tula in Südrussland (nach C. W. von Gümbel).

Die Devonformation = Untercarbon hatte noch wenig Bäume, und diese waren wohl selten so gross, dass sich die Rinden derart und häufig abschälen konnten, wie die S. 73 beschriebenen Rinden von St. Etienne aus dem Carbon. Die kleineren Stamm- und Zweigstücke und Stengel wurden also mit der unabgeschälten Rinde sedimentirt, und erlitten bei dem Verkohlungsprozess ausser der Volumen-Reduktion, die nach Renault (Nr. 2. II, 2. S. 672) für gewisse Fälle $^1/_{12}$—$^1/_{17}$, für andere Falle nach Potonié (Nr. 3) $^1/_{21}$—$^1/_{40}$—$^1/_{90}$ beträgt, und ausser der Verwesung des Kernes eine linsenförmige Compression, wie sie auch im französischen späteren Carbon noch vorkommt und z. B. von Grand' Eury (Nr. 3 Taf. 1 Fig. 7) als tiges de bois aplaties dans la houille abgebildet wird.

Die zwei in statu nascendi erhaltenen Kohlenlagerfunde von St. Etienne und Tula bestätigen uns den wesentlichen Aufbau der Carbonkohle aus Rinden, Holzsplitter und Stengelstücken, die unter nivellirendem Wasser geschichtet wurden. Ob nun diese aus gröberem Material von Pflanzenresten bestehenden Ablagerungen, die also manchmal viele hunderte von Fuss hoch gewesen sein müssen, bei dem weiteren Verkohlungsprozess durch Pectinsubstanz, das ist der schleimige Brei von Meerestangen, wie

F. Muck (S. 123) meint,*) oder durch „huminartige Inkohlungssubstanz", wie Gümbel (S. 191) meint, oder nur durch Druck der überlagernden Schichten, der blos gelinde gewesen zu sein braucht, oder — was wahrscheinlich ist — durch Zusammenwirken dieser drei Agentien die jetzige compacte Beschaffenheit der Carbonkohlen erhielten, sei dahin gestellt; es genügt, dass die glänzenderen Mikroflötzlamellen der Carbonkohlen den Rindenablagerungen entsprechen, zwischen denen sich natürlich feinerer Kohlenbrei einlagern musste. Letzterem entsprechen bei der gewöhnlichen Carbonkohle die Mattkohlelamellen, welche ausser der feineren amorphen Substanz noch mikroskopische Blattgewebereste und Thonfasern enthalten. Diese Mattkohlenmittel wechseln mit den glänzenden aus Rinden entstandenen Lamellen stets ab, wozu ausserdem noch oft die feine Zwischenlagerung der meist aus Gefässbündeln entstandenen Faserkohlen kommt und womit auch manchmal dünnste Schichten von Cännelkohle und Kohlenschiefer abwechseln. Lagerten sich die im Meer zugeschwemmten Thontheilchen — sei es, dass sie aus Flüssen oder bei den hochozeanischen Carbonfeldern durch Küstenabrasion herbeigeführt wurden — reichlicher dazwischen, so bildeten sich die successiven Uebergänge bei steigendem Thongehalt in Brandschiefer, Cännelkohle (mit viel gelben Harzkörperchen oder Sporen), bituminösen Schiefer und kohligen Schieferthon.

Trotz der ruhigen Vorgänge im Carbon haben sich auch einige Faltengebirge aufgerichtet und sind zum Theil abradirt worden, und hat das durch Abrasion geebnete Terrain wieder Transgression mit carbonischen Sedimenten während des Carbon erfahren, führt Süss (II S. 311) in Anschluss an Ramsay, F. von Richthofen u. a. aus. Viele carbonische pelagische Sedimente, besonders weit ausgebreitete Schichten von Kohlenschiefer und Sandsteinen, erklären sich blos durch Abrasion der Küsten und beweisen auch die zwischenlagernden Kohlenfelder als pelagisch entstanden. Ich habe dies in Phytogeogenesis (S. 152 - 154) erörtert und muss darauf verweisen, umsomehr, als manche Geologen und Paläontologen diese Abrasion noch gar nicht oder ungenügend würdigen.

Die Steinkohlenperiode ist ausserdem so langdauernd gewesen, nach der Mächtigkeit der Sedimente zu urtheilen, vielleicht länger dauernd als die Zeit gewesen, die nachher bis jetzt verfloss, dass es uns gar nicht wundern darf, wenn wir sogar schon fertige und erhärtete Carbonkohlenschichten im Carbon das eine oder andere Mal wieder zerstört und dann als Conglomerate unter und über anderen Kohlenfeldern finden, wie es de Lapparent (II S. 842, 866) bekannt gab.

Ich habe nicht alle Beweise hier wiederholt, die ich in meiner Phytogeogenesis für die silvomarine Flora und pelagochthone Carbonkohlenentstehung brachte, sondern habe hier mehr ergänzende Beweise zu geben versucht; aber ich denke, diese sind mehr als genügend, um nun diese Lehrsätze als festbegründet zu erachten.

Die meisten Autoren betonen noch neuerdings, dass wie Süss (II. S. 228) sagt, manch ungelöste Frage sich noch an die Art der Entstehung der

*) Muck ist aber in der 2. Auflage 1891, von der Steinkohlenbildung aus Meerestangen zurückgekommen; er war 1881 beeinflusst worden durch das fleissige, aber systematisch kritiklose Werk von F. Reinsch (Neue Untersuchungen über die Mikrostructur der Steinkohlen), das fast auf der Höhe von Otto Hahn's „Die Urzelle oder Beweis, dass Granit, Gneiss etc. aus Pflanzen bestehen" (Vergl. Ausland 1879 S. 872 - 874) steht und worauf ich nicht, obwohl ich das Opus von Reinsch kannte und obwohl es für die Meerescarbonflora sprechen könnte, wie Muck hereingefallen bin. Nun ist aber Muck wieder von dem Paläontologen Gümbel irregeleitet worden, was ihm als Chemiker wohl zu verzeihen ist. Nach Muck dienen faulende Tange als Bindemittel für Kohlenstaub zu Briquettes.

Kohlenflötze knüpft und mehrere Autoren beklagen noch in letzter Zeit, dass sich zwei entgegengesetzte Meinungen bekämpfen: die autochthone und allochthone; von der dritten, der pelagochthonen, obwohl sie schon wiederholt von einigen Autoren behandelt wurde, wobei man allerdings die jetzt bewiesene Möglichkeit einer silvomarinen Flora zur Carbonzeit übersah, hat man kaum Notiz genommen, und doch wenn man in wirklich wissenschaftlicher Weise alle bekannten betreffenden Thatsachen berücksichtigt und combinirt, ist die pelagochthone Entstehung carbonischer Kohlenfelder die einzige richtige Erklärung; sie ist sicher richig, weil jede neubekannt werdende betreffende Thatsache damit harmonirt.

Die in meinem Buche „Phytogeogenesis" 1883 ausgebaute, auch auf der Naturforscherversammlung zu Danzig (vergl. deren Tageblatt S. 193—195) und in der naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig (Sitzungsbericht 1884 S. 1—8) vertheidigte Theorie der gasogen-sedimentären Entstehung der Urgesteine will ich diesmal nicht berühren; sie ist ganz unabhängig von der pelagochthonen Carbontheorie und erscheint mir so gut begründet zu sein, dass sie wohl die mancherlei noch docirten, sich widersprechenden Hypothesen über Urgesteinsentstehung überleben dürfte. Die gasogen-sedimentäre Urgesteinsentstehung wird vielleicht den Geologen von selbst einleuchten und die vielerlei anderen betreffenden Theorien würden wohl fallen, wenn sich die Geologen mehr daran gewöhnen wollten, alle von gegnerischen Meinungen vorgebrachten Thatsachen zu berücksichtigen. Ich selbst bin ja Specialist in der systematischen Botanik, insbesondere Pflanzengeographie und Biologie geworden, wie heutzutage fast jeder Naturforscher nur Specialist sein kann und als solcher in anderen Fächern zurückbleibt. Das hindert aber manche in ihrem Fache tüchtige Specialisten nicht, auf Commilitonen anderer Fächer hochmüthig herabzublicken, und hindert manche auch nicht, über Themata anderer Fächer kräftig zu urtheilen, in denen sie fast Laien sind. Wenn ich es wage, auch in geogologischen Fragen noch mitzureden, so möchte ich zur Entschuldigung anführen, dass nicht die Botanik, sondern die Mineralogie und Geologie meine erste Liebe war; ich habe mir darin sogar früher die höchsten Censuren erworben — und on revient toujours à ses premières amours.

Nur diejenige Hypothese oder derjenige Erklärungsversuch kann richtig sein, zu welchem alle bekannten betreffenden und noch bekannt werdenden Thatsachen harmonisch passen.

Friedenau-Berlin, im Frühjahr 1895.

Inhalt.

Seite

1. Einmalige Oscillation der südamerikanischen Anden ohne Katastrophe 1
2. Wüstendenudation jetzt und im Obercarbon 11
3. Entstehung des Chilisalpeters 18
4. Verkieselungen und Versteinerungen von Hölzern 24
5. Continentale Salzbildung und Consequenzen 37
6. Sind Carbonkohlen autochthon, allochthon oder pelagochthon? . . . . . 42—77

Nachtrag

zu Seite 12 nach Zeile 17. Die Carbongletschertheorie widerstreitet der natürlichen Entwickelung. Auf die mittlere Temperatur von mindestens 15° C. soll unmittelbar die Vereisungstemperatur der Tropen, also etwa — 5° gefolgt sein; bei allmähliger Abkühlung des Globus um ± 20°, was vielleicht 30 bis 40 Millionen Jahre beansprucht haben müsste, hätten sich erst gemässigte und kalte Zonen mit entsprechenden Faunen und Floren bilden müssen. Da Petrifacten dieser Faunen und Floren zwischen Carbon und Obercarbon absolut fehlen, ist die Carbongletschertheorie unhaltbar.